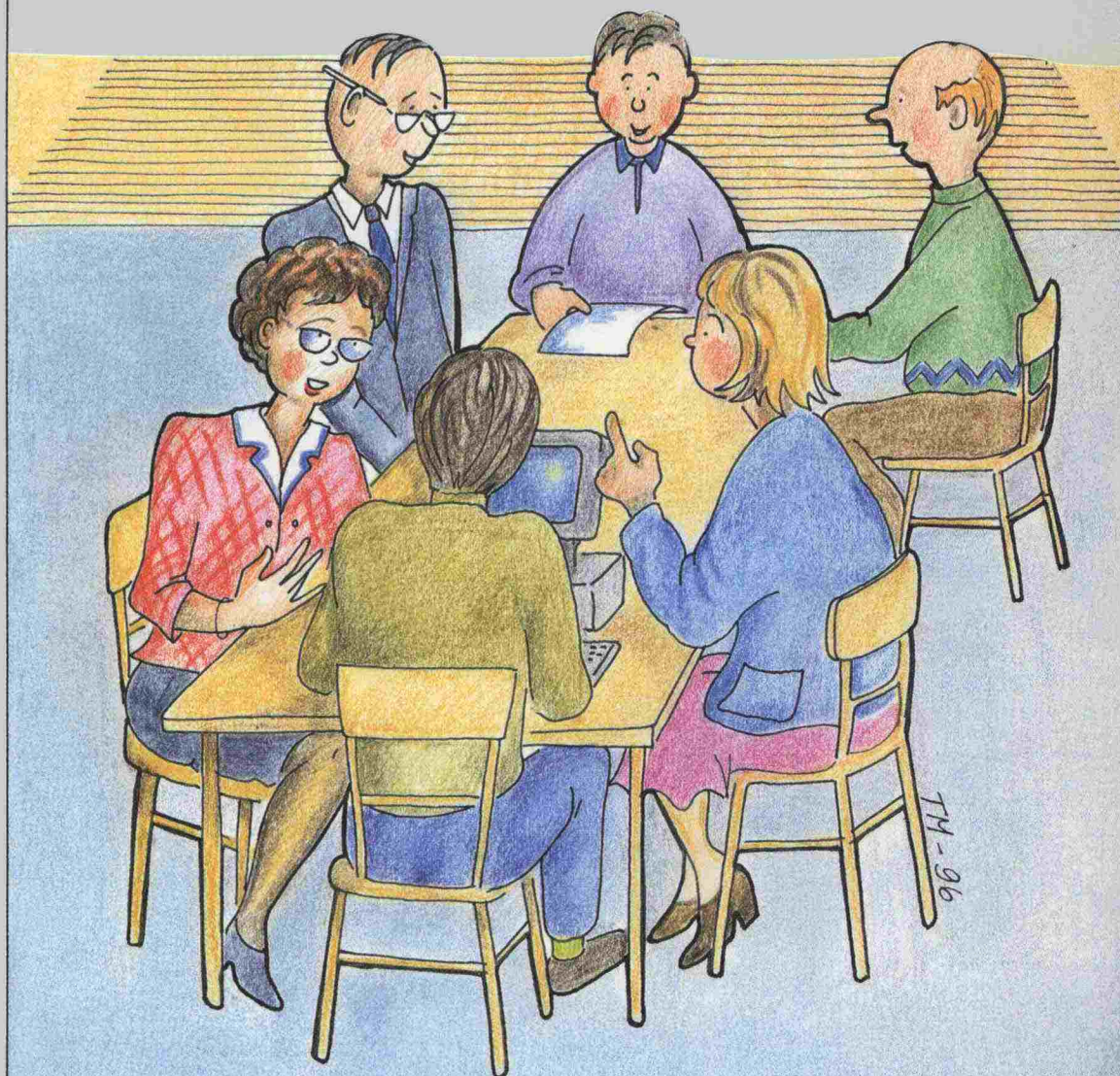


# Päätöksenteon avustaminen tienpidon suunnittelussa



Tielaitoksen  
selvityksiä

64/1996

Helsinki 1996

S11 Tienpidon  
yhteiskunnalliset  
vaikutukset

Tielaitoksen selvityksiä  
64/1996

Joonas Hokkanen, Matti Kautto

## **Päätöksenteon avustaminen tienpidon suunnittelussa**

**Tielaitos**  
S11 Tienpidon yhteiskunnalliset vaikutukset

Helsinki 1996



Kansikuva *Taru Mäkiranta*

ISSN 0788-3722  
ISBN 951-726-283-3  
TIEL 3200431  
Oy Edita Ab  
Helsinki 1996

Julkaisun kustannus ja myynti:  
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,  
painotuotepalvelut  
Telefaksi 0204 44 2652

Joutsenmerkin arvoinen paperi

**Tielaitos**  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puh. vaihde 0204 44 150

## **Tiivistelmä**

Tässä selvityksessä on kartoitettu päätöksen valmistelijalle sopivia päätöksentekoa helpottavia menetelmiä. Päätöksentekoa avustavilla menetelmillä tarkoitetaan työkaluja, joilla hallitaan samanaikaisesti kaikki päätöksentekoon vaikuttava tieto: vaihtoehdot, vaikutukset, eri kriteerien erilaiset painotukset ja epävarmuudet. Menetelmien avulla etsitään mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja ja näiden paremmuusjärjestystä sekä haetaan päätöksentekoon osallistuvien mieltymysten mukaista kompromissiratkaisua. Menetelmien avulla voidaan myös selvittää, minkälaisten arvojen vallitessa tietty vaihtoehto tai tietyt vaihtoehdot voivat tulla valituksi. Päätöksenteon avustamista tarvitaan useissa eri päätöksenteonvaiheissa. Eri tahoilla hajallaan olevan tiedon kokoamiseen ja intressitahojen näkemysten turvaamiseksi voidaan käyttää erilaisia asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenettelytapoja. Sellaisia menettelytapoja, jotka perustuvat kriteerien määrän vähentämiseen ratkaisun etsimisvaiheessa ei suositella käytettäväksi. Lopullinen valinta tulisi tehdä menetelmillä, joilla päätöksentekoon vaikuttavien kriteerien määrää ei tarvitse karsia. Tällaisia menetelmiä ovat täysin ja osittain yhdistävät monikriteerimenetelmät. Niiden soveltuvuudella tienpidon suunnitteluun on eroja.

**HOKKANEN, Joonas ja KAUTTO, Matti: Applicability of decision-aid tools in road agency strategic planning.** Helsinki 1996, Finnra's Reports 64/1996 in Finnish

## **Abstract**

This report summarizes decision-aid methods available for road agency personnel working with strategic planning issues. Decision aid tools are useful in various road transportation planning related decision-making situations: e.g. ranking road investments, preparing winter maintenance policies of allocating funds for different road agency activities (constructing new roads, rehabilitation, maintenance, traffic safety improvements etc.). Methods are useful for comparing decision alternatives, collecting and sorting of background information as well as for forming alternatives. They can also help find compromises or conclude which are the applicable alternatives when certain values prevail.



Decision-aid tools enable simultaneous examination of all aspects needed in decision-making: alternatives, impacts, different values and uncertainties. Various expert and group techniques are available for collecting scattered information and ensuring that all the different views and opinions of the interest groups are taken into account. Procedures making use of elimination of criteria are not recommended for selecting alternatives. The final solution should be chosen by using methods which do not limit the number of criteria, e.g. totally or partially aggregative multicriteria methods. However, usefulness of these methods in road agency strategic planning vary.

## **Alkusanat**

Tämä raportti on katsaus tienpidon suunnittelijoiden käytettävissä oleviin menetelmiin, joilla voidaan jäsenellä usein runsasta ja ristiriitaistakin päätöksenteon tausta-aineistoa. Selvityksessä on ollut päätöksenvalmistelijan näkökulma, miten valmistelija voi varmistua siitä, että kaikki päätökseen olennaisesti vaikuttavat seikat on otettu huomioon ja mitä apuvälineitä on päätösesitysten muodostamiseen ja perusteluun. Päätöksentekoa avustavat menetelmät ovat nimensä mukaisesti vain apuvälineitä, eivätkä ratkaisut koskaan voi perustua pelkästään niiden antamiin tuloksiin.

Selvityksen ovat laatineet Joonas Hokkanen ja Matti Kautto Paavo Ristola Oy:stä ja se on osa Tienpidon yhteiskunnalliset vaikutukset -tutkimusohjelmaa.

Marraskuussa 1996

Juha Parantainen

Tienpidon yhteiskunnalliset vaikutukset -tutkimusohjelma



## Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	8
2	TIEPOLIITTISEN PÄÄTÖKSENTEON ONGELMAT VALMISTELIJAN NÄKÖKULMASTA	9
2.1	Yleistä	9
2.2	Vaihtoehtojen muodostaminen	10
2.3	Vaihtoehtojen vertailutekijöiden eli kriteerien valinta	10
2.4	Kriteerien keskinäinen painotus	11
2.5	"Tasapainoisen" ratkaisun löytäminen	11
2.6	Valmistelijan ja päättäjän välinen kommunikointi	12
3	PÄÄTÖKSENTEKOJA AVUSTAVAT MENETELMÄT	13
3.1	Yleistä	13
3.2	Menettelytavat ja menetelmät	13
3.2.1	Tiedon määrään vaikuttavat menettelytavat	16
3.2.2	Asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmät	16
3.2.3	Vaihtoehtoihin perustuvat äänestysmenettelyt	17
3.2.4	Kriteerien määrää rajaavat menettelytavat	17
3.2.5	Monikriteerimenetelmät	18
3.2.6	Jatkuvien joukkojen monikriteerimenetelmät	23
4	PÄÄTÖKSENTEKOJA AVUSTAVIEN MENETELMIEN KÄYT- TÖMAHDOLLISUUDET TIENPIDON SUUNNITTELUSSA	24
4.1	Päätöksenteko tienpidon suunnittelussa	24
4.2	Menetelmien käyttö suunnittelun eri vaiheissa	28
5	ESIMERKKI PÄÄTÖKSENTEON AVUSTAMISESTA TIEN- PIDON SUUNNITTELUN ERI VAIHEISSA	31
5.1	Taustaa	31
5.2	Päätöksenteossa tarvittavan perusaineiston tuottaminen	31
5.2.1	Vaihtoehtojen muodostaminen ja vaikutusten tunnistaminen aivoriihi-tekniikalla	32
5.2.2	Nominaaliryhmätekniikka	34
5.2.3	Vaihtoehtoja koskevan tiedon järjestely	35
5.2.4	Kriteerien painotusten määrittäminen Delphi- tekniikalla	37
5.3	Ratkaisun etsimiseen käytettyjä menettelytapoja	39
5.3.1	Äänestys	39
5.3.2	Standarditasoihin perustuvat menettelytavat	40
5.3.3	Leksikografinen menettelytapa	42
5.4	Ratkaisun etsimiseen käytettyjä varsinaisia menetelmiä	43
5.4.1	Hyötyteoriaan perustuvia menetelmiä	43
5.4.2	Hyötykustannusanalyysi	50
5.4.3	Osittain yhdistävät menetelmät	51
5.5	Tulosten esittäminen päätöksentekijöille	53

---

6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	54
	KIRJALLISUUS	58
	LIITTEET	
Liite 1	Kuvaus asiantuntija ja ryhmäosallistumismenetelmistä (6 s.)	
Liite 2	Kuvaus äänestysmenettelytavoista (4 s.)	
Liite 3	Kuvaus kriteerien määrää rajoittavista menettelytavoista (5 s.)	
Liite 4	Kuvaus monikriteerimenetelmistä (12 s.)	
Liite 5	Kriteerien mallintaminen (2 s.)	
Liite 6	Painoarvot ja kompensointi (2 s.)	
Liite 7	Päätöstilanteiden ominaisuuksien ja menetelmien soveltuvuuden ristiintaulukointi (3 s.)	



## 1 JOHDANTO

Tielaitos tekee tai valmistelee vuosittain monia strategisia päätöksiä, joilla tienpidon vaikutuksia ohjataan haluttuun suuntaan: tiehankkeita asetetaan toteuttamisjärjestykseen, tienpidon kokonaisrahoitus jaetaan eri toiminnoille ja alueille, tiestön talvihoidolle asetetaan tavoitteellinen taso jne. Päätöksenteko olisi helppoa, jos kaikkien päätösten vaikutuspiirissä olevien asema paranisi. Tämä ei kuitenkaan ole mahdollista. Päätökset ja niistä seuraavat toimenpiteet vaikuttavat hyvin moneen tekijään ja vaikutukset eri intressitalhoille ovat tavallisesti erilaisia ja näin myös ristiriitaisia. Esimerkiksi tiestön talvihoidossa suolaus parantaa liikenneturvallisuutta, mutta on samanaikaisesti ympäristöriski.

Ristiriitaisissa päätöstilanteissa ratkaisua voidaan etsiä hahmottamalla päätösongelmaa tarkemmin, jolloin tunnistetaan päätöksenteon vaihtoehtojen vaikutuksia, vaikutusten suuruuksia jne. Tietyissä selkeissä päätöstilanteissa jo tällainen keskustelunomainen tarkastelu riittää päätöksen aikaansaamiseen. Jos tarkasteltavien tekijöiden määrä on suuri, ongelman ratkaisu edellyttää varsinaisten päätöksentekoa avustavien menetelmien käyttöä.

Päätöksentekoa avustavat menetelmät estävät oikein käytettynä virheet, jotka aiheutuvat ihmisen oman älyllisen kapasiteetin käyttöön liittyvistä rajoitteista. Optimiratkaisua ei ole olemassa, jos vaihtoehto ei voi olla paras kaikkien tarkasteltavien tekijöiden suhteen. Menetelmien tavoitteena onkin kompromissien löytäminen tai muodostaminen sellaisella tavalla, joka ottaa mahdollisimman hyvin huomioon eri tekijöiden erilaiset painotukset.

Tiepoliittisessa päätöksenteossa käytettävän menetelmän tulee lisäksi sopeutua erilaisiin päätöstilanteiden muutoksiin, kuten esimerkiksi käytössä olevien resurssien muutoksiin, päätöstilanteessa tarkasteltavien tekijöiden ja vaihtoehtojen muutoksiin jne. Edelleen menetelmien käytössä on otettava huomioon, että tietyt päätöstilanteet ovat jatkuvaa päätöksentekoa ja toiset kertaluonteisia muutoksia aiheuttavia ja että tietyt päätöstilanteet koskettavat pitkää aikaväliä, jolloin vaikutuksetkin toteutuvat pitkällä aikavälillä.

Tässä työssä tarkastellaan päätöksentekoa avustavien menetelmien soveltuvuutta tiepoliittisissa päätöstilanteissa. Päätöksentekoa avustavilla menetelmillä tarkoitetaan moniulotteisten ristiriitatilanteiden ratkaisuun tarvittavia menetelmiä ja menettelytapoja.

## 2 TIEPOLIITTISEN PÄÄTÖKSENTEON ONGELMAT VALMISTELIJAN NÄKÖKULMASTA

### 2.1 Yleistä

Tässä selvityksessä päätöksentekoa tarkastellaan valmistelijan näkökulmasta. Valmistelijan osuus päätöksenteossa riippuu päätöksentekotasosta. Mitä korkeammalla tasolla asioista päätetään, sitä useampia osallisia ja sitä monimutkaisempaa päätöksenteko yleensä on. Tällaista päätöksentekoa on esimerkiksi toteutettavien tiehankkeiden valinta. Päätöksen tekeminen on yksinkertaisempaa, kun se voidaan tehdä suoraan tielaitoksen sisällä. Esimerkiksi talvihoidon taso on pitkälti tielaitoksen itsensä päätettävissä.

Poliittisen tason päätöksissä valmistelijan tehtävänä on huolehtia siitä, että kaikki merkittävät vaikutukset ja eri sidosryhmien näkemykset tuodaan esiin ja selvitetään mitkä niistä ja miten on otettu huomioon. Valmistelija esittää yleensä myös oman mielipiteensä ratkaisusta. Päätöksen tekee poliittinen päättäjä valmistelijan laatiman aineiston sekä päättäjän omien arvojen ja kokemusten pohjalta. Valmistelijan tehtävänä on tarjota mahdollisimman monipuolista, eri näkökulmat huomioon ottavaa ja esiin tuovaa, yleistajuista ja totuudenmukaista aineistoa päätösvaihtoehtoista ja niiden vaikutuksista.

Päätöksentekoon osallistuvien näkemykset liittyvät vaihtoehtoihin, vaihtoehtojen vaikutuksiin ja näiden keskinäisiin painotuksiin. Valmistelijan tulisi kyetä tunnistamaan nämä vaikutukset ja tekijät siten, että eri intressitahojen näkemykset otetaan huomioon. Vaihtoehdot ja vaikutukset eivät ole intressitahoista tai päätöksenteon valmisteliijoista riippumattomia, vaan kaikki tieto on toimintaympäristöönsä sidottua (Douglas 1986, Roy 1990, Mauss 1992). Kun valittava ratkaisu riippuu tarkasteltavista vaihtoehtoista ja vaikutuksista ja eri vaikutuksien tärkeydestä, niin yhä merkittävämmäksi päätöksenteon valmistelijalle tulee paitsi asiantuntijan, niin myös tiedon kokoajan ja käsittelijän rooli.

Seuraavassa tarkastellaan valmistelijan yleisimpiä ongelmia vaikeissa päätöstilanteissa.



## 2.2 Vaihtoehtojen muodostaminen

Vaihtoehtojen muodostaminen on lopputulokseen eniten vaikuttava asia (Ozernoy 1984). Valmistelijan on löydettävä kaikki toteutuskelpoiset vaihtoehdot ja vielä kyettävä perustelemaan niiden valinta. Tämän lisäksi vaihtoehtotarkastelussa tulisi olla kaikki eri intressitahojen tärkeinä pitämät vaihtoehdot (Gregory & Keeney 1994). Tämä on edellytys sille, että tehtävä päätös voidaan perustella eri tahoille.

## 2.3 Vaihtoehtojen vertailutekijöiden eli kriteerien valinta

Vaihtoehtojen hyvyttä arvioidaan niiden vaikutusten perusteella. Se, mitä vaikutuksia kulloinkin valitaan vertailutekijöiksi eli kriteereiksi, vaikuttaa myös merkittävästi päätöksentekoon. Eri intressitahoilla on tavallisesti oma käsityksensä siitä, mitä vaikutuksia tulee tarkastella ja kuinka erilaisia vaikutuksia tulee keskenään painottaa. Eri intressitahoilta tuleva tieto on yhdisteltävä ja koottava muotoon, jossa päätösongelma ja ratkaisuvaihtoehdot vaikutuksineen kuvataan mahdollisimman selkeästi.

Kun kaikki vaikutukset on koottu yhteen, voidaan yleensä todeta usean vaikutuksen kohdentuvan samaan asiaan. Esimerkiksi taloudellisia vaikutuksiin kuvaa useantyyppiset kustannukset, ihmisen terveyteen vaikuttaa useantyyppiset päästöt jne. Kaikki vaikutukset voidaan ryhmitellä sen mukaan mihin vaikutus kohdistuu. Tämän jälkeen voidaan yhdistää samaa asiaa mittaavat vaikutukset. Näin saadaan muodostettua kriteerit, jotka mahdollistavat vaihtoehtojen välisen vertailun (Saaty 1980, Roy 1985, Keeney 1992). Kriteerit on valittu oikein, kun (Bouyssoy 1990)

- 1) ne kattavat kaikkien intressitahojen esille nostamat vaikutukset,
- 2) niiden toteutumat voidaan kuvata, ja
- 3) kun niiden määrän pienentäminen aiheuttaa päätöksentekoon vaikuttavan tiedon poissulkemista (tällöin kriteerien määrä on mahdollisimman pieni kattaen kuitenkin päätösongelmaan vaikuttavan tiedon).

Kriteerien valinta edellyttää eri osapuolten hyväksyntää ja päätöksenteon valmistelijan tulee kyetä perustelemaan kattavasti kriteerien valinta. Tähän liittyy eri intressitahojen näkemysten mahdollisimman kattava selvittäminen. Kriteerit eivät myöskään saa mitata samaa asiaa. Täydelliseen kriteerien väliseen riippumattomuuteen ei kuitenkaan yleensä päästä (vrt. esim. Vincke 1992).

## 2.4 Kriteerien keskinäinen painotus

Päätösesitystä laatiessaan valmistelijalla on yleensä tiedossaan vaihtoehdot, niiden vertailutekijät eli -kriteerit, joilla vaihtoehtojen hyvyttä mitataan sekä kunkin vaihtoehdon kullakin kriteerillä saama arvo. Tavallisesti vaihtoehtojen paremmuusjärjestys on erilainen eri kriteereillä. Valintaan vaikuttaakin se, miten kriteerejä halutaan painottaa. Jokainen intressitaho pitää itselleen tärkeitä vertailutekijöitä tärkeimpinä. Valmistelijan on löydettävä koko yhteisön kannalta mielekkäät painotukset.

## 2.5 "Tasapainoisen" ratkaisun löytäminen

Valmistelija muodostaa oman mielipiteensä yhdistelemällä päätöksentekoon vaikuttavaa tietoa vaihtoehdoista, vaikutuksista, epävarmuustekijöistä ja vertailutekijöiden tärkeydestä.

Ihmisen kyky käsitellä tietoa on rajallinen. Tiedon käsittely on valikoivaa, vaihteista ja jonkin mallin avulla tapahtuvaa. Jos sopivaa mallia ei ole, tietoa ei vastaanoteta tai se jää käyttämättä (Tversky & Kahneman 1986).

Vaihteisuus tarkoittaa sitä, että ihminen tarkastelee yleensä kerrallaan vain 2 - 3 tekijää, koska useampien tekijöiden samanaikainen tarkastelu on liian vaikeaa. Ilman päätöksentekoa avustavia välineitä päättäjillä on taipumus yksinkertaistaa ongelmaa hallittavalle tasolle esimerkiksi vähentämällä kriteerien määrää. Vertailutekijöiden karsinta on usein valikoivaa: valitaan tutuin ja helpoimmin käytettävissä oleva tieto, joka on usein myös oman yhteisön edun mukaista (Payne & Bettman 1992). Virheentekomahdollisuuksia lisää vielä tietoa-aineiston epävarmuus. Tästä aiheutuu yleensä vääristymiä lopputuloksiin, eikä ratkaisu ole välttämättä yhteisön kannalta paras mahdollinen.

Yhteiskunnan kannalta parhaan mahdollisen kompromissin löytymiseen liittyy myös tärkeä kysymys kriteerien välisestä kompensoinnista (Bouyssou 1986, Bouyssou & Vansnick 1986). Tämä tarkoittaa tietyn vaihtoehdon kielteisten vaikutusten kompensointia sen myönteisillä vaikutuksilla. Esim. haitalliset päästöt kompensoidaan edullisilla matkakustannuksilla. Tiettyjen kriteerien välillä täydellinen kompensointi voidaan hyväksyä, kun taas tiettyjen kriteerien välillä tämä ei ole mahdollista. Kompensoinnin oikea toteuttaminen on yksi

tapa varmistaa kaikkien intressiryhmien näkemysten esiintulo yhteiskunnallisessa päätöksenteossa. Päätöksenteon yksinkertaistaminen esim. vertailukriteerejä karsimalla merkitsee sitä, että kompensointia ei huomioida lainkaan (Bouyssou 1986).

## **2.6 Valmistelijan ja päättäjän välinen kommunikointi**

Yhteiskunnallisessa päätöksentekoprosessissa päätöksenteon valmistelijan tulee kyetä perustelemaan tehty esitys päätöksentekijöille. Tämä edellyttää riittävän selkeää ja ymmärrettävää raportointia, josta tulee ilmetä: 1) päätöksenteon vaihtoehdot, 2) asiat mihin päätös vaikuttaa, 3) vaihtoehtojen vertailu, 4) erilaisten arvostusten vaikutus valittavaan lopputulokseen.

Päätöksentekijän tulee olla myös tietoinen siitä, mitä vaihtoehtoja on suljettu tarkastelusta pois ja millä perusteilla tämä on tehty. Myös joidenkin kriteerien poistaminen esimerkiksi vähämerkityksisinä tulee perustella päättäjille. Raportointi päätöksentekijöille ja kaikille päätöksenteon valmisteluun osallistuville edellyttää erilaisten menettelytapojen kuten esittelytilaisuuksien, tiedotteiden, raporttien, esittelymateriaalien jne. tehokasta käyttöä.



### 3 PÄÄTÖKSENTEKOJA AVUSTAVAT MENETELMÄT

#### 3.1 Yleistä

Päätöksentekoa avustavien menetelmien avulla käsitellään tietoa, etsitään ratkaisuvaihtoehtoja ja näiden paremmuusjärjestystä sekä haetaan päätöksentekoon osallistuvien mieltymysten mukaista kompromissiratkaisua. Menetelmien avulla voidaan myös selvittää, minkälaisien arvojen vallitessa tietty vaihtoehto tai tietyt vaihtoehdot voivat tulla valituiksi. Menetelmien käyttö ei korvaa normaaliin päätöksentekoprosessiin kuuluvaa vuoropuhelua kansalaisten ja sidosryhmien kanssa, politikointia tms.

#### 3.2 Menettelytavat ja menetelmät

Päätöksenteon avustamisen tyypit on *taulukossa 1* ryhmitelty menettelytapoihin ja varsinaisiin menetelmiin.

*Menettelytavat* ovat ratkaisutapoja, joissa ongelma palautetaan niin yksinkertaiselle tasolle, että ihminen kykenee ratkaisemaan sen ilman apuvälineitä. Menettelytavat voidaan luokitella tiedon lisäämiseen perustuviin infotauluihin, asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmiin, äänestystapoihin ja kriteerien määrää rajaaviin menettelytapoihin.

*Varsinaisilla päätöksentekoa avustavilla menetelmillä* tarkoitetaan työkaluja, joilla hallitaan samanaikaisesti kaikki päätöksentekoon vaikuttava tieto: vaihtoehdot, vaikutukset, eri kriteerien erilaiset painotukset ja epävarmuudet (niin painotuksissa kuin perusaineistossa). Varsinaiset menetelmät voidaan jakaa edelleen kahteen alaryhmään: (1) ennalta tunnistettavissa olevien vaihtoehtojen tarkasteluun soveltuvat monikriteerimenetelmät ja (2) ns. jatkuvien joukkojen menetelmät (vaihtoehtojen määrä on tällöin periaatteessa ääretön).

Kohdan (1) monikriteerimenetelmät voidaan vielä jakaa täysin yhdistäviin (aggregoiviin) (Keeney & Raiffa 1976), osittain yhdistäviin (Roy 1985) ja interaktiivisiin menetelmiin (Vincke 1992). Täysin yhdistävässä menetelmässä (esim. kustannushyötyanalyysi, hyötyteoria) kriteerien arvot ja niiden suhteellinen merkitys yhdistetään yhtä vaihtoehtoa kuvaavaksi tunnusluvuksi

esimerkiksi hyöty/kustannus -suhteeksi tai kokonaishyödyn määräksi. Kokonaishyödyn määrä on keskeinen termi hyötyteorian mukaisissa menetelmissä. Niissä kullekin vaihtoehdolle lasketaan kokonaishyötyä kuvaava tunnusluku, jonka avulla vaihtoehdot voidaan asettaa paremmuusjärjestykseen (tästä nimi hyötyteoria).

Osittain yhdistävissä menetelmissä yhdistäminen ei mene näin pitkälle. Menetelmät eivät tuota paremmuutta kuvaavia tunnuslukuja, vaan perusaineiston epävarmuuden ja käytettyjen painotusten avulla menetelmät ratkaisevat joko suoraan paremmuusjärjestyksen, parhaan kompromissiratkaisun tai soveltuvimmat kompromissivaihtoehdot (Roy & Vanderpooten 1986).

Interaktiivisilla menetelmillä analyysin tekijällä (päätöksenteon valmistelijalla/päätöksentekijällä) on koko ajan käytössään tietokoneohjelma, jonka avulla vaihtoehtoja vertaillaan antamalla ohjelmalle koko ajan uutta informaatiota. Ratkaisu löytyy kokeilemalla suoraan päätöksentekijän ilmoittamia preferenssejä (=mieltymyksiä) (Zionts & Wallenius 1983). Nimi interaktiivinen tulee näin jatkuvasta vuorovaikutuksesta päätöksentekijän ja ohjelman välillä.

Seuraavassa tärkeimpiä menettelytapoja ja menetelmiä kuvataan tarkemmin.

*Taulukko 1: Päätöksentekoa avustavien menettelytapojen ja menetelmien ryhmittely ja niiden perusperiaatteet.*

PÄÄRYHMÄ	ONGELMAN RATKAISU-TAPA	PERUSPERIAATE
<b>MENETTELYTAPOJA</b>		
Tiedon lisäys	Infotaulut	Tiedon lisääminen mm. esittelytaulujen ja monisteiden avulla.
Neuvotteluihin ja kanssakäymiseen perustuvat menettelytavat	Asiantuntija- ja ryhmäosallistumis-menettelytavat: Aivorihi, Nominaaliryhmäteknikka, Delphi, Kongressi	Menetelmien pääasiallinen tarkoitus on ideoiden luonti, niiden yhdistäminen ja parantaminen. Tietyissä menettelytavoissa voidaan käyttää hyväksi myös erilaisia äänestystekniikoita.
Vaihtoehtoihin perustuvat äänestysmenettelyt	Äänestys; yhden vaihtoehdon valinta	Äänestäjä yhdistää muodostuvat vaikutukset mielessään ja antaa äänensä tietylle vaihtoehdolle. Äänestystapoja ja lopputuloksen laskentatapoja on lukuisia.
	Äänestys; vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen	Äänestäjä yhdistää muodostuvat vaikutukset mielessään ja antaa äänensä paremmuus tai tärkeys tms. järjestyksellä. Äänten antamisen jälkeen on olemassa lukuisia tapoja, jolla äänestystulokset yhdistetään kaikkien äänestäneiden tulosta kuvaavaksi vaihtoehtojen väliseksi järjestykseksi.
Vaihtoehtoihin ja rajattuihin kriteereihin perustuvat menettelytavat	Maximin, Maximax, Standarditasot, Leksikografinen, Eriyttävät menettelytavat.	Menetelmien tarkoituksena on saada päätös aikaiseksi tärkeimpien tai tärkeimmän tekijän perusteella. Muut tekijät voidaan tunnistaa ja niiden vaikutuksia kuvata, mutta päätös perustuu vain tärkeimpään tai tärkeimpiin vaikutuksiin.
<b>VARSINAISET MENETELMÄT</b>		
Vaihtoehtoihin, niiden vaikutuksista johdettuihin kriteereihin ja kriteerien tärkeyksiin perustuvat monikriteerimenetelmät	Täysin aggregoivat menetelmät: Kustannus/hyöty -analyysi,  Hyötyteoria (MAUT <sup>1</sup> ):esim. SMART, AHP, SMAA	Menetelmien tarkoituksena on yhdistää ennalta tunnistettujen vaihtoehtojen eri tekijöistä johdettujen kriteerien toteutumat, epävarmuudet ja kriteerien painotukset. Menetelmien avulla voidaan säilyttää kaikki päätöksentekoon vaikuttava oleellinen tieto; vaihtoehdot, kriteerit, kriteeritoteumat ja epävarmuudet sekä kriteerien painotukset. Menetelmillä voidaan asettaa vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen, valita soveltuvat vaihtoehdot tai valita paras. Lisäksi tietyillä menetelmillä voidaan kuvata niitä arvostuksia, joihin tietyn vaihtoehdon valinta perustuu.
	Osittain aggregoivat menetelmät: Poissulkeviin suhteisiin perustuvat Out-ranking -menetelmät <sup>2</sup> : esim. ELECTRE -menetelmät	
	Interaktiiviset menetelmät	Interaktiivisissa menetelmissä päätöksenteon valmistelija on interaktiivisesti jatkuvassa yhteydessä malliin ja etsii parasta vaihtoehtoa vertailemalla esimerkiksi kaikkia vaihtoehtoja keskenään.
Jatkuvien joukkojen monikriteerimenetelmät	Täysin aggregoivat rajoitteisiin perustuvat menetelmät: esim. Ziontz & Wallenius, Wallenius & Korhonen - Pareto-Race ja Monitavoitteinen lineaarinen optimointi	Alkutilanteessa ratkaisuja on periaatteessa ääretön joukko. Painoarvoja määrittelemällä etsitään toteutuskelpoisia vaihtoehtoja.

<sup>1</sup> MAUT lyhenne termeistä - multiple attribute utility theory

<sup>2</sup> Outranking -menetelmiä on useita; Promethee, Qualiflex, Oreste, Melchior, Tactic, Mappac, N-tomic, Eleccalc. Menetelmäryhmä perustuu lähes täysin ELECTRE menetelmien (ELECTRE I, II, III, IV, IS, TRI) perusperiaatteisiin.



### 3.2.1 Tiedon määrään vaikuttavat menettelytavat

Tiedon lisäämiseen vaikuttavilla menettelytavoilla tarkoitetaan eri päätöstilanteiden ja niiden vaikutusten kuvausta eri intressitahoille ja päätöksentekoon osallistuville henkilöille. Tiedon lisääminen voidaan toteuttaa esittelytauluin, monistein jne. Niihin kootaan yleensä vaihtoehdot, niiden vaikutukset ja kuvataan vaikutusten suuruuksia.

Tiedon lisäämistekniikkaa käytetään esimerkiksi priorisoitaessa tiehankkeita tielaitoksen yläpuolisilla päätöksentekotasolla (ministeriöt, eduskunta). Tielaitos laatii päättäjiä varten aineistoa ja esitteitä hankkeista ja niiden vaikutuksista.

### 3.2.2 Asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmät

Asiantuntija- tai ryhmäosallistumismenetelmien pääasiallinen tarkoitus on edesauttaa luovaa ajattelua. Niiden avulla voidaan tuottaa ongelman kannalta uutta tietoa ja koota yhteen olemassaolevaa hajanaista tietoa. Menetelmien tavoitteena on esimerkiksi ideoiden luonti, ongelmakentän selvittäminen ja tarkentaminen tai tietyissä yksinkertaisissa selkeissä tilanteissa menettelytavoilla voidaan pyrkiä lopulliseen ratkaisuun.

Asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmillä pyritään tuottamaan aluksi mahdollisimman paljon ideoita. Ideoinnin luonnin jälkeen niistä erotetaan hyvät ja toteuttamiskelpoiset ideat, joista lopuksi valitaan ratkaisu tai ideoita kehitetään edelleen ja tämän jälkeen muodostetaan lopullinen ratkaisu esimerkiksi vaihtoehdoista tai vaikutuksista. Tarkoituksena voi olla esimerkiksi riittävän tietomäärän tuottaminen eri intressitahojen näkemysten turvaamiseksi. Yleisimmin tunnetut asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenettelytavat ovat aivoriihi ja sen lukuisat muunnelmat sekä nominaaliryhmäteknikka, delphi- ja kongressi.

Asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmiä voidaan käyttää kaikissa tienpidon suunnitteluhankkeissa esim. eri intressitahoilta tarvittavan tiedon kokoamiseen. Niitä voidaan käyttää esimerkiksi valittaessa päätöstilanteen vaihtoehtoja, vertailukriteerejä ja kun arvioidaan esimerkiksi kriteerikohtaisia vaikutusten suuruuksia.



*Liitteessä 1* asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmiä on kuvattu tarkemmin.

### 3.2.3 Vaihtoehtoihin perustuvat äänestysmenettelyt

Äänestäminen on ryhmäpäätösten yksi muoto enemmistön mielipiteen ilmaisemiseksi demokraattisessa yhteisössä. Se on myös monikriteeristä päätöksentekoa, kun äänen antaja valitsee vaihtoehtoa. Vaihtoehtojen erilaisista vaikutuksista esimerkiksi kustannuksista, päästöistä, ruuhkautumisesta jne. annetaan tietoa. Nämä tekijät yhdistyvät päätöksentekijän ajatuksissa hänen antaessaan äänensä jollekin vaihtoehdolle. Äänten laskennassa monikriteerisyys ei sen sijaan näy. Äänestysmenettelyillä voidaan valita yksi vaihtoehto tai asettaa useat vaihtoehdot järjestykseen.

Äänestystä voidaan käyttää esim. tiehankkeiden priorisoinnissa. Oletetaan, että tarjolla olevista 30 hankkeesta tulisi valita 10. Päätöksentekijöille kuvattaisiin vaihtoehdot ja niiden vaikutukset. Tämän jälkeen päätöksentekijät valitsevat kymmenen parasta ja tarvittaessa asettaisivat ne vielä paremmuusjärjestykseen. Ennalta sovitun ääntenlaskentatavan mukaisesti valitaan 10 toteutettavaa hanketta.

*Liitteessä 2* on kuvattu tyypillisimmät äänestysmenettelyt.

### 3.2.4 Kriteerien määrää rajaavat menettelytavat

Kriteerien määrää rajaavilla menettelytavoilla ongelma palautetaan sellaiselle tasolle, että ihminen pystyy käsittelemään sen ilman erityisiä apuvälineitä. Alkutilanteessa selvitetään kaikki vaihtoehdot ja kuvataan kaikki vaikutukset. Ratkaisu tehdään kuitenkin tärkeimmän tai tärkeimpien vaikutusten perusteella. Varsinaista ratkaisua (=päättösesitystä) etsittäessä vähemmän tärkeät vaikutukset jätetään ottamatta huomioon. Tämän vuoksi esimerkiksi kompensointia ei näissä menettelytavoissa oteta huomioon lainkaan.

Esimerkiksi tiehankkeiden priorisoinnissa vaihtoehtoja vertailtaisiin aluksi käyttäen useampaa kriteeriä. Tämän jälkeen valitaan tärkein kriteeri ja asetetaan hankkeet tämän perusteella paremmuusjärjestykseen. Valinta tehdään tämän järjestyksen perusteella.

Menettelytapoja on kuvattu yksityiskohtaisemmin *liitteessä 3*.

### 3.2.5 Monikriteerimenetelmät

Monikriteerimenetelmien suuri etu muihin menetelmiin ja menettelytapoihin nähden on se, että niiden avulla voidaan ottaa huomioon samanaikaisesti kaikki vaihtoehdot, niiden vaikutukset ja päätöksentekoon vaikuttavat arvostukset. Menetelmillä voidaan ratkaista tyypillisimmät valintatilanteet (kuva 1). Lisäksi niillä voidaan kuvata niitä arvostuksia, mihin jonkin vaihtoehdon valinta perustuu. Tuloksen aikaansaaminen perustuu tarvittavan informaation yhdistämiseen (Tästä nimi aggregoivat eli yhdistävät menetelmät).

Monikriteerimenetelmiä ei tarvita yksinkertaisissa ongelmissa, vaan monimutkaisissa ja moniulotteisissa ristiriitatilanteissa. Ne ovat tarpeen silloin, kun halutaan tehdä ratkaisuja ottamalla huomioon kaikki vaikutukset.

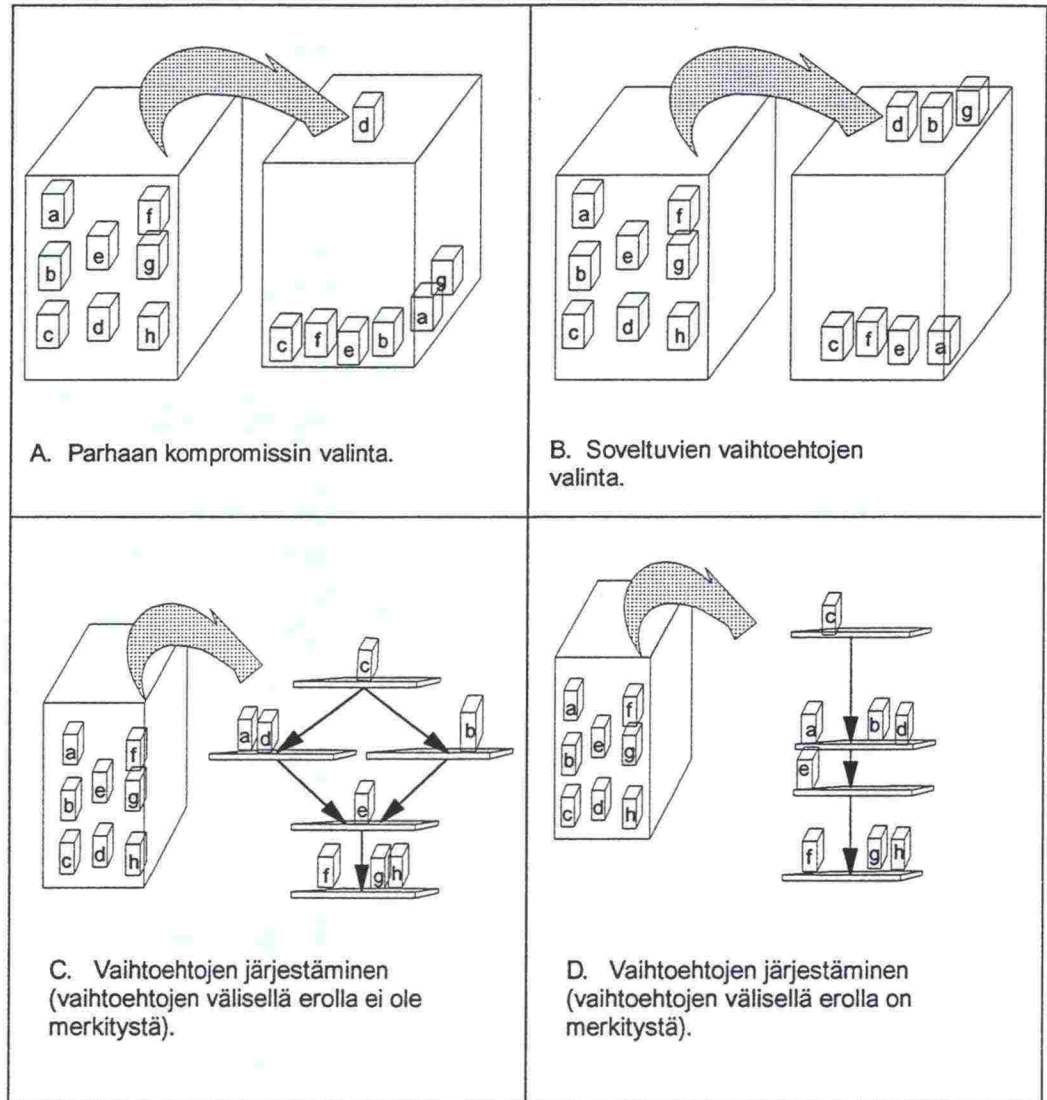
Peruskäsitteet ja työvaiheet monikriteeristen ongelmien ratkaisuihin ovat seuraavat:

- a) vaihtoehtojen muodostaminen,
- b) kriteerien määrittäminen,
- c) kriteerien mallintaminen,
- d) painotukset (preferenssit),
- e) päätösmatriisi ja
- f) ratkaisun muodostaminen.

Eniten käytetyt monikriteerimenetelmät on kuvattu *liitteessä 4*.

#### a. Vaihtoehtojen muodostaminen

**Vaihtoehdolla** tarkoitetaan esimerkiksi ehdotusta tai tapaa toteuttaa jokin hanke. Vaihtoehtojen lukumäärä voi vaihdella muutamasta jopa tuhansiin. Vaihtoehtoja voidaan luoda asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmillä, kuulemalla eri intressitahoja jne. Vaihtoehtoja voidaan luoda myös perinteisillä optimointimenetelmillä.



Kuva 1. Päätöstilanteiden tarkoituksena on valita paras kompromissi (A) tai valita soveltuvat vaihtoehdot ja hylätä muut (B) tai vaihtoehtojen järjestäminen siten, että vaihtoehtojen välisellä erolla (=intensiteetti) ei ole merkitystä (C) tai se tulee näkyä (D). Näiden lisäksi päätöksentekijä voi haluta apuvälaineitä niiden arvostusten kuvaukseen, mitkä mahdollistavat tietyn vaihtoehdon valinnan.

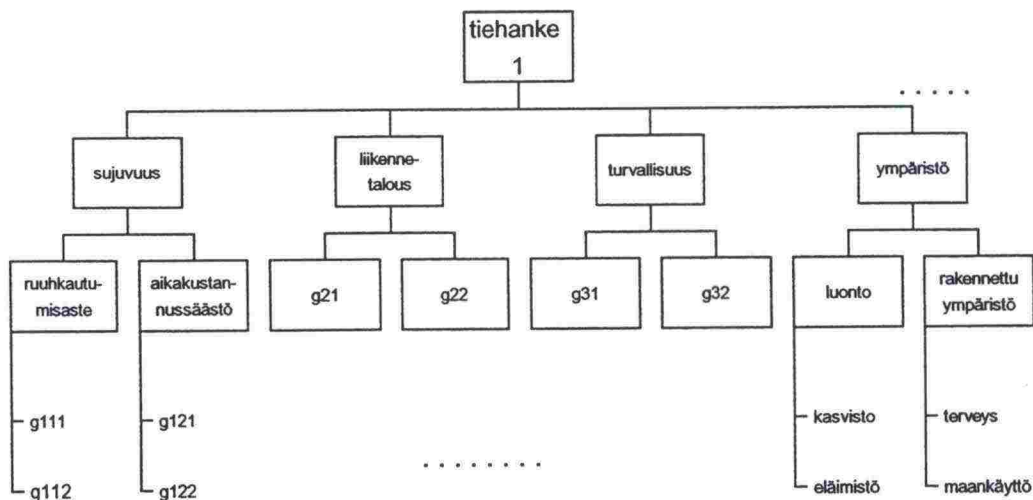


## b. Kriteerien määrittäminen

**Kriteerit** saadaan yhdistämällä samaa asiaa mittaavia tekijöitä. Kriteerit mahdollistavat vaihtoehtojen arvioinnin ja näin myös niiden välisen vertailun. Kriteerit saadaan vaikutusten tunnistamisen kautta.

Vaikutusten tunnistamiseksi on olemassa useita lähestymistapoja. Roy (1985) lähtee liikkeelle vaikutusten tunnistamisesta kaikkien intressitahojen kannalta. Keeney & Raiffa (1976), Keeney (1992), Saaty (1980) edustavat hierarkkista lähestymistapaa, jossa aluksi tunnistetaan yleiset tavoitteet, jotka jaetaan alemman tason tavoitteiksi. Näin päästään tasolle, jossa tarkasteltavat kriteerit voidaan määrittää. Lähestymistavat eivät ole toisiaan poissulkevia ja molempia tapoja käytetään samanaikaisesti todellisissa suunnittelu- ja päätösprosesseissa (Mason & Mitroff, 1981, Martin 1985).

Kun tarkasteltavien vaikutusten lukumäärä on suuri, ne asetetaan usein hierarkkiseen järjestykseen. Hierarkkisessa järjestyksessä voi olla useita pääryhmiä, ja kunkin pääryhmän alla voi olla alaryhmiä ja edelleen kunkin alaryhmän alapuolella voi olla uusia alaryhmiä. Tällöin puhutaan vaikutusten hierarkiasta, joka voidaan esittää hierarkiapuuna. Hierarkiapuusta voidaan tunnistaa myös kriteerit (kuva 2). Esimerkiksi kehittämishankkeiden priorisoinnissa voidaan kriteereinä käyttää nykyisen hyöty/kustannus -suhteen lisäksi mm. saavutettavuutta, ympäristöä, liikennemuotojen välisiä muutoksia, tasapuolisuutta verkon ja alueiden kannalta, kansantaloudellisia vaikutuksia ja kansainvälisiä yhteyksiä.



Kuva 2: Hankkeista aiheutuvat vaikutukset kootaan monitasoiseksi hierarkiaksi.

### c. Kriteerien mallintaminen

Kriteerien mallintamisella ilmaistaan, milloin kriteerikohtainen mieltymys (= preferenssi) siirtyy vaihtoehdolta toiselle: "milloin kahden vaihtoehdon välillä on samalla kriteerillä eroa toisen vaihtoehdon hyväksi". Perinteinen mallintamisen mukaan pienetkin kriteerikohtaiset erot riittävät vaihtoehtojen välisten erojen tunnistamiseen ("true" -kriteeri malli, vrt. liite 5). Epävarmuus otetaan tällöin huomioon todennäköisyytenä, joka kuvataan odotusarvona (= stokastinen lähestymistapa) Esimerkiksi hyötyteorian mukaisilla menetelmillä vaihtoehtojen kokonaishyöty kuvataan odotusarvoilla (Vincke 1992).

Toinen yleinen tapa on lähestyä samaa ongelmaa nk. kynnsarvojen avulla (Roubens 1982, Roy & Vincke 1984, Roy 1989). Yleisimmin määritetään kahdentyyppisiä kynnsarvoja: 1) kynnsarvot joiden sisällä vaihtoehdot ovat lähes yhtähyviä ja 2) kynnsarvoja, joilla vaihtoehtojen välillä on tarkasteltavalla kriteerillä selvästi hyväksytty ero. Tiehankkeen kokonaiskustannukset on arvioitu 2 milj. kilometriä kohden. Hankkeita voidaan pitää yhtähyvinä, jos niiden kustannusarviot ovat vaihteluvälillä  $\pm 10$  %. Jos vaihtoehtojen välisten kustannusarvioiden ero on vähintään  $\pm 20$  %, voidaan eroa pitää epävarmuudet huomioonottaen niin suurena, että vaihtoehtojen välinen paremmuusjärjestys voidaan varmuudella määrittää. Näin  $\pm 10$  % on yhtähyvyyden kynnsarvo ja  $\pm 20$  % selvän paremmuuden kynnsarvo. Tätä nk. fuzzy -lähestymistapaa on myös kuvattu liitteessä 5.

### d. Kriteerien suhteellisen merkityksen (= painotusten) määrittäminen

Lähes kaikki monikriteerimenetelmät edellyttävät tietoa kriteerien suhteellisesta tärkeydestä. Tätä ilmaistaan yleisesti kriteerikohtaisina **painotuksina**, joiden summa on yleensä vakio (painotusten summa on esim. yksi). Painotusten määrittämiseksi on olemassa lukuisia menetelmiä (Eckendore 1965, Vansnick 1986, Nijkamp ym. 1990, Mousseau 1995, Roy & Mousseau 1996). Liitteessä 6 on kuvattu painotusten käytön keskeisiä eroja eri menetelmissä. Kustannushyötyanalyysissä eri kriteerien tai tekijöiden preferenssi mitataan mm. maksuhalukkuudella.

### e. Päätösmatriisin muodostaminen

Monikriteerinen ongelma voidaan ilmaista matriisimuotoisena (kuva 3). Se tarkoittaa päätöksenteossa tarvittavan tiedon kokoamista taulukon muotoon.

**Päätösmatriisin** rivit kuvaavat vaihtoehtoja ja sarakkeet kriteerejä. Matriisi kuvaa kunkin vaihtoehdon kriteerikohtaisia toteutumia. Esimerkiksi kuvan 3 matriisin vasemman yläkulman luku 2 tarkoittaa vaihtoehdon A1 toteutumaa kriteerillä g1. Matriisissa voidaan kuvan 4 mukaisesti esittää myös kriteerikohtaiset painotukset p1..p7.

Vaihtoehto	Painotus	p2	p3	p4	p5	p6	p7
	Kriteeri						
	toimivuus	kustannus	turvallisuus	ympäristö	tehokuus	aluepolitiikka	tiestön pääoma-arvon säilyttäminen
tiehanke 1	2.0	1500	20000	5.5	keskit.	erit. kork.	15000
tiehanke 2	2.5	2700	18000	6.5	matala	keskit.	13000
tiehanke 3	1.8	2000	21000	4.5	korkea	korkea	16000
tiehanke 4	2.2	1800	20000	5.0	keskit.	keskit.	19000

Kuva 3: Päätösmatriisi koostuu vaihtoehdoista, kriteereistä ja painotuksista.

Taulukkomuotoinen päätösmatriisi, johon on koottu kriteerit ja toteuttamiskelpoiset vaihtoehdot antaa jo sellaisenaan runsaasti informaatiota päätöksentekijöille.

#### f. Ratkaisun muodostaminen

Monikriteerimenetelmillä yhdistetään saatu tieto: vaihtoehdot, kriteerit, epävarmuudet ja painotukset. Yhdistämisen osalta menetelmät voidaan jakaa taulukon 1 mukaisesti täysin yhdistäviin ja osittain yhdistäviin menetelmiin. Täysin yhdistävät menetelmät ovat myös täysin kompensoivia eli niissä jonkin kriteerin hyvyys kompensoi täysin jonkin toisen kriteerin tai kriteerien toteutuman/ien heikkoutta. Osittain yhdistävillä outranking -ELECTRE -menetelmillä on ominaisuus, jolla voidaan vähentää täysin kompensoivaa ominaisuutta (Vanderpooten 1990). Painoarvojen määrittystä ja sen liittymistä kompensointiin on tarkasteltu liitteessä 6.



### 3.2.6 Jatkuvien joukkojen monikriteerimenetelmät

Nämä menetelmät on tarkoitettu tilanteisiin, joissa ei ole ennalta tunnistettavia vaihtoehtoja. Näillä menetelmillä tehtävä muotoillaan erilaisin rajoittein sellaiseksi, että saadaan luvallisten ratkaisujen joukko. Tämä on periaatteessa ääretön, mutta erilaisten painotusten avulla sieltä voidaan löytää selkeitä vaihtoehtoja (Zionts & Wallenius 1983).

Päätöksenteon valmistelija tai mallin käyttäjä voi käsitellä tietoa ja erilaisia skenaarioita ja muodostaa näin pelkästään soveltuvia vaihtoehtoja. Näiden vaihtoehtojen välillä valinta voidaan tehdä esimerkiksi monikriteerimenetelmillä. Jos päätöksentekijän tai päätöksentekijöiden kriteereittäiset painotukset tunnetaan, niin ratkaisu voidaan etsiä suoraan jatkuvien joukkojen menetelmillä.

Päätöksenteon avustamisen kannalta jatkuvien joukkojen menetelmät voivat olla ongelmallisia, koska päätöksentekijät haluavat yleensä tietää konkreettiset vaihtoehdot. Tämän vuoksi menetelmien käyttö rajoittuisi niin yleiselle tasolle, että voidaan valita joukko erilaisia painokertoimia tai alarajoja ja tätä kautta muodostaa soveltuvia vaihtoehtoja.

## 4 PÄÄTÖKSENTEKOA AVUSTAVIEN MENETELMIEN KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET TIENPIDON SUUNNITTELUSSA

### 4.1 Päätöksenteko tienpidon suunnittelussa

Tiepolitiikassa suunnittelun tarkoituksena on yleensä ratkaista jokin seuraavista päätöstilanteista:

- parhaan kompromissiratkaisun valinta: esimerkiksi talvihoitopolitiikka ja tienpidon painotus
- hyväksyä soveltuvat vaihtoehdot ja hylätä muut: esimerkiksi kehittämishankkeiden priorisointi
- asettaa vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen siten, että vaihtoehtojen välinen eron suuruus joko tunnistetaan tai sillä ei ole merkitystä: esimerkiksi talvihoitopolitiikka ja kehittämishankkeiden priorisointi
- avustaa ymmärtämään minkälaisia arvostuksia tietyt valinnat edellyttävät: kaikki päätöstilanteet

Nämä suunnittelutilanteet vaativat tietoa vaihtoehdoista, niiden vaikutuksista, vaikutusten suuruuksista ja niihin liittyvistä epävarmuuksista eri vaihtoehdoilla sekä vaihtoehtojen ja vaikutusten priorisoinnista. Tämän tiedon tuottaminen voidaan toteuttaa systemaattisesti vaiheittain. Kun ratkaisun (=päättösesityksen) tekemisessä käytetään kvantitatiivisia, päätöksentekoa avustavia menetelmiä (esim. monikriteerimenetelmiä), niin suunnittelu- ja päätöksentekoprosessin vaiheet ovat yleisellä tasolla seuraavat (Bogetoft & Pruzan 1991):

1. Päätöksentekoprosessin aloitus: päätöksentekijöiden ja intressitahojen tunnistaminen sekä osallistumismuodoista päättäminen.
2. Ongelman määrittäminen ja hankkeen tavoitteiden asettaminen.
3. Vaihtoehtojen rajaaminen ja määrittäminen (alustavaa suunnittelua).
4. Vaikutusten tunnistaminen ja kriteerien määrittäminen.
5. Vaihtoehtojen tarkastelu olemassa olevan tiedon perusteella ja lisätiedon hankinta. Kriteeritoteutumien mittaaminen tai arviointi.
6. Ratkaisun etsiminen vaihtoehtoja vertailemalla ja johtopäätösten tekeminen: kriteereittäinen, intressitahokohtainen ja kaikkien kriteerien kattava tarkastelu.
7. Päättösesityksen laatiminen

Prosessin vaiheita ei aina voida erottaa selvästi toisistaan. Näin on erityisesti jatkuvissa suunnittelu- ja päätöstilanteissa. Eri vaiheiden selkeä erottaminen ei sinällään ole välttämätöntä, vaan tärkeintä on varmistaa päätöstilanteessa tarvittavan tiedon saanti. Jos jotain tietoa ei tarvita, tämä vaihe voidaan sivuuttaa. Usein tietyssä vaiheessa tuotettu tieto edellyttää paluuta edelliseen vaiheeseen. Eri vaiheiden välillä on näin myös kiertoa. Prosessin vaiheet voivat myös olla edellä esitetyn kaltaisia, vaikka varsinaisia päätöksentekoa avustavia menetelmiä ei käytettäisikään.

Päätöksenteko voidaan yleensä määrittää ajallisesti ja paikallisesti. Suunnittelua on näin kaikki mitä tehdään ennen päätöksentekoa (Goicoechea ym. 1982, Friedman 1987). Tässä yhteydessä päätöksenteolla tarkoitetaan valmistelijan päätösesitystä. Päätöksenteon avustamisen kannalta tämä määrittely nostaa esille kaksi keskeistä kysymystä: 1) kuinka päätöksenteossa tarvittava tieto kootaan (vaiheet 1 - 5) ja 2) kuinka päätösesitys tehdään siten, että kaikki kriteerit niihin liittyvät epävarmuudet ja usean päätöksentekijän erilaiset painotukset voidaan ottaa huomioon.

Päätöksenteon avustamisen luonne vaihtelee suunnitteluvaiheittain. Suunnittelu- ja päätösprosessin aloitusvaihe ei ole menetelmäsidonnainen eikä kuulu tämän selvityksen piiriin. Tähän liittyen on kirjallisuutta mm. Alterman ym. 1984, Leskinen 1994 ja Hokkanen 1996, joissa on tarkasteltu eri osallistumismuotoja ja niiden kytkemistä erityyppisiin päätöksentekoa avustaviin menetelmiin. Vaiheissa 1 - 5, jotka ovat suunnittelu- ja päätösprosessin eniten aikaa ja kustannuksia vaativat vaiheet, korostuu erilaisten tietoa kokoavien menettelytapojen osuus. Varsinaisia päätöksentekoa avustavia menetelmiä, joilla ristiriitatilanteita voidaan yrittää ratkaista, tarvitaan ainoastaan suunnitteluprosessin loppuvaiheessa. Tämänkin perusteella mikään päätöksentekoa avustava menettelytapa tai menetelmä ei korvaa normaaleja neuvotteluja, kanssakäymisiä eri tahojen välillä, tutkimus- ja selvityshankkeita jne.

Päätöksentekoa avustavien menetelmien käytön kannalta tienpidon suunnittelu- ja päätösprosessien keskeiset ominaisuudet ovat seuraavat:

#### *Suunnittelun toistuvuus:*

Tienpidon suunnittelu ja päätöksenteko ovat suurelta osin jatkuvia prosesseja kuten esimerkiksi kehittämishankkeiden priorisointi ja osin talvihoitopolitiikka.



Näissä päätöksentekoa tukevaa aineisto kootaan jatkuvasti ja päätöksiä tehdään tämän tiedon perusteella. Esimerkiksi tienpidon painotusten määrittely on kertaluontainen päästötilanne (Tielaitos 1991, 1993, 1994, 1995b).

#### *Päätöksenteon tavoite*

Tienpidon päätöksenteko on vaihtoehdon tai soveltuvien vaihtoehtojen valintaa. Näin on esimerkiksi kehittämishankkeiden priorisoinnissa, tienpidon painotuksissa ja talvihoitopolitiikassa. Kehittämishankkeiden priorisoinnissa on kysymys vuosittain toteutettavien tiehankkeiden valinnasta. Hankkeet voidaan asettaa järjestykseen, mutta vaihtoehtojen välisen eron suuruudella ei ole merkitystä. Tienpidon painotuksilla tarkoitetaan voimavarojen kohdentamista kehittämishankkeiden, liikenneympäristön parantamisen, tiestön hoidon ja ylläpidon välillä. Talvihoitopolitiikassa on kysymys esimerkiksi niistä menetelmistä, joilla voidaan määrittää talven liikkumistaso eri tienhoitoluokissa.

Tietyn vaihtoehdon valinta edellyttää aina eri kriteerien tietynlaista arvostusta. Tähän arvostukseen sisältyy myös valinta, koska toisenlaisilla arvostuksilla vaihtoehdon valinta olisi toisenlainen. Tämän vuoksi päätöstilanteisiin liittyy myös niiden arvostuksien tunnistaminen, joilla eri vaihtoehdot voidaan valita.

#### *Päätöksentekijöiden lukumäärä*

Päätöksentekijöiden lukumäärä vaihtelee päätöstilanteen mukaan. Tielaitoksen sisällä on kyseessä yleisimmin ryhmäpätöstilanne. Kun esitys menee tielaitoksen ulkopuolelle päätöksentekijöiden lukumäärä riippuu luonnollisesti siitä, missä päätös tehdään.

#### *Vaihtoehtojen lukumäärä*

Vaihtoehtojen lukumäärä vaihtelee eri päätöstilanteissa. Kehittämishankkeiden priorisoinnissa vaihtoehtoja voi olla useita kymmeniä. Talvihoitopolitiikassa vaihtoehtojen määrä on huomattavasti pienempi. Tienpidon painotuksissa vaihtoehtojen lukumäärä on teoriassa ääretön, mutta käytännössä vaihtoehtojen määrä on hyvin pieni.

### *Kriteerien lukumäärä*

Kriteerien lukumäärä voi olla jopa yli kymmenen. Tienpidon painotuksia on tarkasteltu seitsemällä kriteerillä (Tielaitos; Tienpidon suunnitelma 1995-2004, Tielaitos 1994). Esimerkiksi talvihoitopolitiikassa (Alppivuori ym. 1995, Tielaitos 1995) ja kehittämishankkeiden priorisoinnissa (Tielaitos 1993) kriteerien lukumäärä on suurempi.

### *Perusaineiston laatu*

Perusaineisto erilaisista vaikutuksista on yleensä epävarmaa. Epävarmuus johtuu mittaus- ja arviointimenetelmiin liittyvistä epävarmuuksista ja luonnollisesti siitä, että joudutaan arvioimaan tulevaisuudessa tapahtuvia vaikutuksia. Lisäksi osa tarvittavasta tiedosta on nykyisin ainoastaan kvalitatiivisessa muodossa. Epävarmuuksien ilmaiseminen todennäköisyyksinä on myös hyvin vaikeaa.

### *Vaatimukset menetelmältä*

Päätöksentekoa avustavista menetelmistä tielaitoksella on jo pitkät perinteet kustannus/hyötyanalyysin käytöstä. Monikriteerimenetelmiä on kokeiltu satunnaisesti. Perusedellytykset menetelmillä ovat yleensä menetelmien helpokäyttöisyys ja ymmärrettävyys.

### *Kriteerien kompensoitavuus*

Tienpidon suunnittelussa periaatteessa kaikki tarkasteluun valitut vaihtoehdot ovat toteuttamiskelpoisia. Tällöin jokainen vaihtoehto toteutuu vähintään hyväksyttävällä tasolla kaikilla tarkastelussa mukana olevilla kriteereillä. Tällaisessa tilanteessa täysin kompensoivien menetelmien käyttö on hyväksyttävää. Päätöksentekijöiden tulisi kuitenkin tiedostaa kuinka suuresta kompensoinnista eri päätöstilanteissa on kysymys.

## 4.2 Menetelmien käyttö suunnittelun eri vaiheissa

Eri menetelmien ja menettelytapojen soveltuvuutta tienpidon suunnittelun päätöstilanteissa on tarkasteltu taulukossa 2. Tarkastelu perustuu liitteen 7 mukaiseen analyysiin, jossa menetelmien ja menettelytapojen soveltuvuutta on tarkasteltu edellisessä kappaleessa esille nousseiden ominaisuuksien perusteella. Tarkastelun perusteella useat menetelmät ja menettelytavat soveltuvat tietyn vaiheen päätöksenteon avustamiseen tienpidon suunnittelussa.

Parhaaseen tilanteeseen päästään käyttämällä koko suunnittelu- ja päätösprosessissa useita menetelmiä ja menettelytapoja. Esimerkiksi prosessin alkuvaiheessa kootaan tietoa eri menettelytavoilla. Vaihtoehtoja voidaan muodostaa jatkuvien joukkojen menetelmillä ja ratkaisun etsimiseen käytetään parhaiten soveltuvaa monikriteerimenetelmää yhdessä kustannus/hyötyanalyysin kanssa.

### Tiedon kokoaminen

Eri tahoilta hajallaan olevan tiedon kokoamiseen ja intressitahojen näkemysten turvaamiseksi tarvitaan erilaisia menettelytapoja. Tähän soveltuvat hyvin esimerkiksi erilaiset asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenettelytavat. Näillä voidaan varmistaa esimerkiksi eri intressitahojen kannalta tärkeiden vaihtoehtojen ja niiden vaikutusten huomioon ottaminen. Varsinaisten ratkaisujen (päätoisesitysten) tekemiseen näitä ei kuitenkaan suositella, koska ongelman monikriteerisyyttä niillä ei voida säilyttää. Näitä menettelytapoja on myös vaikea toistaa riittävän usein, mikä heikentää niiden soveltuvuutta varsinaisten ratkaisujen tekemisessä.

Kriteerien määrää rajaavissa menettelytavoissa ratkaisu perustuu jonkin tahon kannalta valittuun merkittävään kriteeriin. Tällöin ongelman monikriteerisyys ratkaisun etsimisvaiheessa poistetaan. Sama ongelma liittyy myös äänestysmenettelyihin, kun tulosten laskentavaiheessa monikriteerisyys ei enää ole tarkastelussa mukana. Päätösongelman monikriteerisyyden poistuessa joudutaan aina oletamaan, että ratkaisu tehdään yhteiskunnan kannalta tärkeiden kriteerien perusteella. Koska tästä ei voida olla varmoja ja koska erityisesti äänestysmenettelyissä tulos riippuu käytetystä äänten laskentatavasta näitä menettelytapoja ei suositella käytettäväksi yhteiskunnallisessa päätöksenteossa ratkaisun muodostamiseen. Niitä voidaan käyttää tukimenetelminä kun kootaan päätöksenteossa tarvittavia perusasioita: kriteerit, vaihtoehdot, vaikutusten suuruudet jne.



### **Vaihtoehdon valinta**

Lopullinen valinta tulisi tehdä menetelmillä, joilla kaikki päätöksenteossa tarvittava tieto voidaan ottaa samanaikaisesti huomioon. Tällaisia ovat yhdistävät monikriteerimenetelmät. Nämä eivät luonnollisesti sovellu päätöksenteossa tukena tarvittavan tiedon tuottamiseen (vaihtoehdot, kriteerit, kriteeritoteutumat, painotukset jne.). Näiden menetelmien käyttö edellyttää kuitenkin tämän tiedon tuottamista, mitä voidaan pitää julkisen päätöksenteon kannalta hyvänä asiana.

### **Ratkaisujen taustalla olevien arvostuksien selvittäminen**

Arvostuksien kuvauksiin soveltuu ainoastaan SMAA (vrt. liite 4) ja sen luonteiset menetelmät. Jatkuvien joukkojen menetelmiä tarvitaan ainoastaan tienpidon painotus -vaihtoehtoja määritettäessä. Niiden käyttö on suhteellisen vaivatonta, kun päätöksentekijöiden määrä on pieni.

Parhaan kompromissin ja kelvollisten vaihtoehtojen etsintään soveltuvat periaatteessa täysin yhdistävät hyötyteorian mukaiset menetelmät sekä poissulkeviin suhteisiin perustuvat osittain yhdistävät menetelmät. Täysin yhdistävillä menetelmillä oletetaan täydellisen kompensoinnin olevan mahdollista, kun taas osittain yhdistävillä menetelmillä täyttä kompensoivuutta voidaan vähentää. Kustannus/hyötyanalyysi soveltuu hyvin vaihtoehtojen järjestämiseen ja tätä kautta välillisesti myös parhaan kompromissin tai soveltuvien vaihtoehtojen valintaan. Yleensä kaikki varsinaiset menetelmät ovat melko helppokäyttöisiä ja soveltuvat niin jatkuviin kuin kertaluonteisiin päätöstilanteisiin. Kun päätöksentekijöitä, vaihtoehtoja ja kriteereitä on paljon täysin yhdistävien menetelmien käyttö kuitenkin vaikeutuu lukuisen parivertailujen ja arvofunktioiden yhdistämisen vuoksi. Helppokäyttöisimpiä näissä tapauksissa ovat osittain yhdistävät menetelmät, joilla parivertailuja ei tarvitse tehdä ja joilla epävarmuus otetaan huomioon kynnsarvoina. Epävarmuuden huomioonottaminen todennäköisyyksinä on tienpidon suunnittelussa vaikeaa, mikä heikentää hyötyteorian mukaisten sovellusten käyttöä (vrt. taulukko 2 ja liite 7).

Taulukko 2: Päätöksentekoa avustavien menettelytapojen ja menetelmien soveltuvuus päätöstilanteiden tarkoituksen ja tiettyjen päätöstilanteiden ominaisuuksien perusteella.  
+ = soveltuu hyvin, 0 = soveltuu tietyin rajoituksin, -- = ei sovellu  
(täydellinen analyysi liitteessä 7)

	PÄÄTÖKSENTEOSSA TARVITTAVAN TIEDON TUOTTAMINEN ASETETUN TAVOITTEEN MUKAISEN RATKAISUN TUOTTAMINEN	PÄÄTÖKSENTEKLUJÖITÄ VÄHÄN PÄÄTÖKSENTEKLUJÖITÄ PALJON	VAIHTOEHTOJA VÄHÄN VAIHTOEHTOJA PALJON	SOVELTUU MYÖS KAVALITATIIVISEN AINEISTON KÄSITTELYYN	NOPEA- JA HELPPOKÄYTTÖINEN, SOVELTUU JATKUVIIN PROSESSEIHIN	EPÄVARMUUKSIEN KÄSITTELY HELPOSTI YMMÄRRETTÄVÄÄ	MENETELMÄ HUOMIOI KOMPENSOIVUUDEEN
NEUVOTTeluihin ja kanssa- käymiseen perustuvat menettelytavat	+ -						
Vaihtoehtoihin perustuvat äänestys- menettelyt	0 0	+ 0	+ 0	+	+	--	--
Vaihtoehtoihin ja rajattuihin kriteereihin perustuvat menettelytavat	+ 0	0 --	0 --	+	+	0	--
Täysin yhdistävät monikriteeri- menetelmät	-- +	+ 0	+ 0	0	0	0	0
Osittain yhdistävät monikriteeri- menetelmät	-- +	+ +	+ +	+	+	+	+
Jatkuvien joukkojen monikriteeri- menetelmät	-- +	+ --	+ +	0	+	0	0



## **5 ESIMERKKI PÄÄTÖKSENTEON AVUSTAMISESTA TIENPIDON SUUNNITTELUN ERI VAIHEISSA**

### **5.1 Taustaa**

Päätöksenteon avustamisen peruseriaatteen eri menettelytavoilla ja menetelmillä ovat samanlaisia riippumatta päätösprosessista. Esimerkiksi delphi - tekniikka tai täysin yhdistävä AHP-menetelmä toteutetaan samoilla periaatteilla riippumatta siitä, onko kyseessä tienpidon painotusten määrittäminen, talvihoitopolitiikka tai kehittämishankkeiden priorisointi. Tämän vuoksi tässä työssä eri päätöstilanteita ei tarkastella erikseen kullakin menettelytavalla tai menetelmällä. Keskeisten ominaisuuksien tunnistamiseksi kutakin avustamistapaa kuvataan päätöksenteon valmistelijan kannalta samalla esimerkillä edeten suunnittelu- ja päätösprosessin alkuvaiheesta päätösesitykseen.

Aluksi kappaleessa 5.2 kuvataan avustavia menettelytapoja, joilla voidaan koota hajallaan olevaa tietoa vaihtoehtoista, niiden vaikutuksista ja vaikutuksiin liittyvistä painotuksista. Niihin menetelmiin, joilla eri vaihtoehtojen vaikutuksia tutkitaan ja arvioidaan ei tässä puututa. Kappaleessa 5.2 esitetään myös hypoteettinen päätöstilanne, joka syntyy kun tietoa eri tahoilta on koottu.

Kappaleessa 5.3 tarkastellaan, miten päätöksenteon valmistelija voi käsitellä saatua aineistoa erilaisten päätöksentekoa tukevien menettelytapojen avulla. Kappaleissa 5.4 - 5.6 esitetään samalla esimerkillä, mitä päätöksenteon valmistelija joutuu tekemään yrittäessään ratkaista päätösongelmaa erilaisten menetelmien avulla. Menetelmien matemaattisiin yksityiskohtiin ei tässä puututa.

### **5.2 Päätöksenteossa tarvittavan perusaineiston tuottaminen**

Yhteiskunnallinen päätöksenteko vaatii tietoa vaihtoehtoista, niiden vaikutuksista, vaikutusten suuruuksista eri vaihtoehtojen, vaikutuksiin liittyvistä epävarmuuksista ja vaihtoehtojen sekä vaikutusten priorisoinneista. Tämän tiedon kokoamiseen voidaan käyttää lukuisia menettelytapoja. Seuraavassa tarkastellaan kolmea yleisesti käytettyä menettelytapaa, joiden tarkoituksena on koota eri intressitahoilla hajallaan olevaa tietoa. Näihin menettelytapoihin



liittyviä periaatteita voidaan käyttää usealla eri tavalla esimerkiksi neuvotteluissa, kuulemistilaisuuksissa, kongresseissa jne. (vrt. liite 1). Kussakin vaiheessa voidaan käyttää myös muita menettelytapoja. Menettelytapojen tunnistamiseksi kaikki yleisimmät kuvataan vaiheessa, johon menettelytapa parhaiten soveltuu.

### **5.2.1 Vaihtoehtojen muodostaminen ja vaikutusten tunnistaminen aivoriihi-tekniikalla**

Aivoriiheen liittyviä työskentely-/neuvottelutapoja on useita. Tässä esiteltävä menettelytapa perustuu kirjalliseen aivoriiheen, jossa hyödynnetään seinätekniikkaa. Seinätekniikalla tarkoitetaan eri ideoiden kokoamista kaikkien nähtäville. Seinätekniikan vaihtoehtona voi olla esimerkiksi suullinen aivoriihi.

Päätöksenteon valmistelijan ongelmana on koota mahdollisimman kattavasti päätösongelman vaihtoehdot ja ne vaihtoehtojen vaikutukset, joita päätöstilanteessa halutaan tarkastella. Päätösongelma voi olla kehittämishankkeiden priorisointi, palvelutaso eri tienhoitoluokissa tai tienpidon painotusvaihtoehtojen määrittäminen.

#### Johtajan, sihteerin ja osallistujaryhmän valinta

Aivoriihen toteuttaminen edellyttää johtajan, jona voi olla päätöksenteon valmistelija. Hän valmistelee aivoriihen käytännön toteuksen ja valitsee siihen sihteerin, joka kirjaa työskentelyn tuloksia. Päätöksenteon valmistelijan tulee lisäksi koota osallistujaryhmä, johon voi kuulua eri intressitahojen edustajia. Näiden tulisi tuntea käsiteltävä ongelma (esim. edustajat tiepiireittäin). Eri intressitahojen osallistuminen on ongelmakohtaista (Leskinen 1994, Banville ym. 1996, Hokkanen 1996).

#### 1. Työskentelyn aloittaminen

Johtaja esittelee ongelman ja se kirjoitetaan koko ryhmän nähtäväksi: vaihtoehtojen tunnistaminen/vaikutusten tunnistaminen. Tämän jälkeen johtaja esittelee osallistujille käytettävän menettelytavan (suullinen aivoriihi/kirjallinen aivoriihi esim. seinätekniikalla toteutettuna/tai jokin muu).

## 2. Ideointivaihe

Osallistujia pyydetään kirjaamaan erillisille lapuille niitä vaihtoehtoja/vaihtokutsia, jotka tulisi vaihtoehtojen vertailussa ottaa huomioon. Vain yksi vaihtoehto/vaikutus kirjataan yhdelle lapulle. Kun osallistujat ovat kirjanneet kaikki heidän mielestään tärkeät vaihtoehdot/vaikutukset, niin ne kiinnitetään seinälle tai taululle kaikkien nähtäväksi.

Ideointivaihe voidaan toteuttaa myös siten, että osallistujan kirjattua ajatuksensa paperille, hän palauttaa vastauksen vastauspinoon ja ottaa siitä toisen osallistujan vastauksen. Osallistuja jatkaa ideoiden listaamista toisen vastauksen pohjalta. Hän voi halutessaan vaihtaa lomakkeen edelleen uuteen ja yrittää näin synnyttää uusia ideoita.

Tämä vaihe voi tuottaa esimerkiksi seuraavia vaikutuksia: korroosio, talvihoito, terveydelle haitalliset päästöt (hiukkaset, melu), vaikutukset eri väestöryhmiin, hiilen kiertoon vaikuttavat ilmapäästöt ja aikakustannukset.

Aivoriihessä, jonka tarkoituksena on tuottaa vaihtoehtoja, syntyy aluksi vaihtoehdot I, II, III ja IV.

## 3. Ideoiden parantaminen ja yhdistäminen

Kun kaikki ideat on koottu, niin johtaja pyytää osallistujia tutustumaan kirjattuihin tuloksiin ja keskustelemaan niistä muiden osallistujien kanssa. Vaihtoehtoisesti johtaja voi itse lukea osallistujien kirjaamia asioita. Tämän vaiheen tarkoituksena on edelleen uusien ideoiden tuottaminen tai vanhojen parantaminen ja yhdistäminen. Jos uusia ideoita syntyy, ne kirjataan ja lisätään muiden joukkoon.

Työvaiheen tuloksena edellä esitetyt erilaiset vaikutukset voidaan yhdistää mm. seuraavalla tavalla: korroosio- ja talvihoitokustannukset yhdistetään kunnossapitokustannuksiksi, terveyteen vaikuttavat päästöt yhdistetään terveyshaitaksi, hiilen kiertoon vaikuttavat päästöt yhdistetään globaaleiksi ilmapäästöiksi, aikakustannuksilla kuvataan saavutettavuutta, turvallisuutta kuvataan onnettomuusmäärillä ja eri alueiden välisiä eroja kuvataan tasapuolisuutena.

Vaihtoehtojen lisätarkastelu tuotti kaksi uutta vaihtoehtoa, V ja VI.



#### 4. Valinnan tekeminen

Johtaja pyytää arvioimaan vaiheessa 3 saatuja tuloksia. Ne voidaan hyväksyä sellaisenaan tai niistä voidaan esimerkiksi erilaisilla äänestystekniikoilla (tällöin on kyseessä nominaaliryhmäteknikka) valita ne vaihtoehdot/vaikutukset, joiden perusteella lopullinen valinta tehdään. Äänestystekniikoita ei kuitenkaan suositella käytettäväksi, vaan kaikki esille nousseet vaihtoehdot/vaikutukset otetaan tarkasteluun mukaan. Näin on saatu aikaan alustava vaihtoehtojen/vaikutusten joukko, jotka tulisi ottaa huomioon lopullisia päätöksiä tehtäessä.

Alustaviksi vaikutuksiksi tuli: kunnossapitokustannukset, saavutettavuus, turvallisuus, tasapuolisuus, terveysvaikutukset ja globaalit ilmastovaikutukset. Vaihtoehtoja tuli kuusi kappaletta I - VI.

Käytettäessä aivoriihen mukaista työskentelytapaa tienpidon painotusten vaihtoehtoja määritettäessä tulisi työskentelyn apuna käyttää tietokonetta. Näin jatkuvien joukkojen menetelmillä voidaan etsiä soveltuvia vaihtoehtoja kirjallisen toteutuksen rinnalla.

#### **5.2.2 Nominaaliryhmäteknikka**

Nominaaliryhmäteknikka yhdistää osia aivoriihestä ja äänestystekniikoista. Se vastaa muutoin aivoriihi -tekniikka, mutta siinä on aivoriihen mukaisten työvaiheiden lisäksi kaksi äänestysvaihetta: alustava ja lopullinen äänestys. Äänestysvaiheiden tarkoituksena on ratkaista mahdollisia ristiriitatilanteita.

Oletetaan, että aluksi tiedossa on ollut 20 vaihtoehtoa. Tarkempaan vertailuun halutaan valita ainoastaan kuusi vaihtoehtoa. Ongelman ratkaisemiseksi päätöksenteon valmistelija toteuttaa nominaaliryhmäteknikan mukaiset äänestysmenettelyt. Äänestysmenettelyä kuvataan myöhemmin uudelleen. Seuraavassa ainoastaan äänestysvaiheiden tarkoitus nominaaliryhmäteknikkaa käytettäessä.

##### 1. Alustava äänestys

Tämän tarkoituksena on löytää alustava, keskustelun pohjaksi syntyvä vaihtoehtojen järjestys.



## 2. Keskustelu alkuperäisen äänestyksen pohjalta

Keskustelun tarkoituksena on arvioida ensimmäisen äänestyskierroksen tulosta ja näin myös selkeyttää entistä paremmin päätösongelmaa. Miksi jokin vaihtoehto on pudonnut pois tai miksi jotkut vaihtoehdot ovat mukana jne. Keskustelun tarkoituksena ei pitäisi olla osallistujien suostuttelu muuttamaan alkuperäistä äänestystapaansa ellei hän itse koe siihen tarvetta.

## 3. Lopullinen äänestys

Lopullisen äänestyksen tarkoituksena on suorittaa lopullinen valinta. Äänestysmenettelynä voidaan käyttää alkuperäisen äänestyksen mukaista äänestystapaa.

### **5.2.3 Vaihtoehtoja koskevan tiedon järjestely**

Tässä esimerkissä saatiin kuusi vaihtoehtoa ja kuusi kriteeriä. Vaihtoehdot I, II, III, IV, V, VI voisivat olla esimerkiksi kilpailevia tiehankkeita, erilaisia tienpidon painotusvaihtoehtoja tai talvihoidon toteuttamisvaihtoehtoja eri tienhoitoluokkien sisällä. Vaihtoehtoja vertaillaan kuudella kriteerillä: kunnossapitokustannukset, saavutettavuus, turvallisuus, tasapuolisuus, terveys ja globaali ilman laatu.

Suunnitteluvaiheen tässä vaiheessa suoritetaan yleensä olemassaolevan tiedon tarkistus. Tämä vaihe löytyy myös jatkuvista suunnittelu- ja päätösprosesseista. Arvioidaan riittääkö olemassaoleva tieto päätöksentekoon. Jos olemassaoleva tieto ei riitä tehdään selkeä suunnitelma lisätiedon hankinnasta, siihen kuluva ajasta ja kustannuksista. Kun kriteerien painotukset on tiedossa, on mahdollista arvioida myös vastaako asian merkittävyys ja lisätiedon hankintaan vaadittava taloudellinen panostus toisiaan. Edelleen tulisi arvioida saadaanko lisätutkimuksella vaihtoehtojen eroja kuvaavaa tietoa. Lisätutkimuksia voidaan tarvita myös haitallisten vaikutusten lieventämisen suunnitteluun ja perustiedon hankkimiseksi jne. (Sikow-Magny & Niskanen 1995). Tässä vaiheessa voidaan myös poistaa sellaiset vaihtoehdot, joilla jokin kriteeri toteutuu niin heikosti, että se estäisi vaihtoehdon toteutuksen vaikka haitalliset vaikutukset minimoidaan.

Tiedon kokoaminen vaihtoehtoista ja niiden vaikutuksista on suunnittelu- ja päätösprosessin eniten aikaa ja kustannuksia vievä vaihe. Päätöksentekoa avustavien menettelytapojen tarkoituksena on tähän asti lähinnä varmistaa, että kaikki päätöksenteossa tarvittava tieto on tarkastelussa mukana. Monikriteerimenetelmien käytön etuna on se, että jo tässä vaiheessa suunnittelu etenee systemaattisesti tuottaen juuri sitä tietoa, jota päätöksenteossa tarvitaan. Monikriteerimenetelmiä ei tarvita seuraavissa tilanteissa:

- 1) päätöstilanne selkiytyy riittävästi,
- 2) jokin vaihtoehto osittautuu kaikilla kriteereillä muita paremmaksi ja
- 3) menetelmien vaatimaa tietoa ei saada.

Esimerkin hypoteettiset kriteerit ja niiden mittaustavat on esitetty alla ja niiden toteutumat on koottu päätösmatriisiin.

Kriteeri	Arviointiperuste
Kunnossapitokustannukset	milj. mk/a
Saavutettavuus	aikasäästö min/tunti
Turvallisuus	onnettomuusmäärät
Tasapuolisuus	kvalitatiivinen arvio, joka on muunnettu asteikolle 1-10.
Terveysvaikutukset	melualueella asuvien määrä
Ilman laatu	päästömäärät t/a

Olemassaolevan tiedon ja lukuisten selvitys- ja tutkimushankkeiden jälkeen voidaan koota päätösmatriisi vaihtoehtoista ja niiden vaikutuksista. Sen yhteydessä raportoidaan miten vaihtoehdot ja kriteerit on valittu, miten kriteeritoteutumat on mitattu ja minkälaisia epävarmuuksia tuloksiin sisältyy. Tiepoliittisessa päätöksenteossa tulee myös kiinnittää erityistä huomiota miten vaikutusten ajallinen (lyhytaikainen, pitkäaikainen, toistuva) ja maantieteellinen (paikallinen, seudullinen, valtakunnallinen) ulottuvuus otetaan huomioon.

	Kunnossapito- kustannukset (min)	Saavutetta- vuus (max)	Turvalli- suus (min)	Tasapuo- lisuus (max)	Terveys (min)	Globaali ilman-laatu (min)
Vaihtoehto I	40	-10	30	2	500	500
Vaihtoehto II	120	10	30	10	500	2000
Vaihtoehto III	45	5	27	5	500	600
Vaihtoehto IV	60	0	20	5	500	1200
Vaihtoehto V	62	0	20	5	500	1200
Vaihtoehto VI	90	7	22	10	500	1700



Esimerkissä vaihtoehto I on kustannuksiltaan edullisin ja vaihtoehto II on saavutettavuudeltaan paras vaihtoehto. Onnettomuuksia on arvioitu tapahtuvan vähiten vaihtoehdoissa IV ja V. Tasa-arvoisuuden kannalta vaihtoehdot II ja VI ovat parhaimmat. Terveyshaitan osalta vaihtoehdoilla ei ole eroja, joten kaikkien kriteerien samanaikaisesta tarkastelusta kriteeri voidaan poistaa. Ilmanlaadun kannalta päästöt ovat pienimmät vaihtoehdolla I.

Esimerkissä vaihtoehdon valinta riippuu eri kriteereille annettavista arvostuksista. Arvostuksien määrittämiseksi päätöksenteon valmistelijan tulisi kuvata vaikutuksien suuruuksia intressiryhmittäin ja kriteereittäin (Bana e Costa 1992, Leskinen 1994). Intressiryhmittäiselle kuvauksella tarkoitetaan niitä muutoksia, joita eri tahoille toimenpide aiheuttaa. Kriteereittäisellä tarkastelulla kuvataan vaikutuksen suuruutta esimerkiksi vertailemalla muihin vastaaviin vaikutuksiin esimerkiksi kokonaispäästöihin Suomessa. Näiden perusteella päättäjä tai jokin muu taho voi arvioida kriteerin merkittävyyttä ja näin myös sen painotusta suhteessa muihin kriteereihin. Merkittävyys on täysin kokijasta riippuvainen ja näin ollen päätöksenteon valmistelija ei itse pysty arvioimaan merkittävyyttä kuin omalta kannaltaan ja tietyin varauksin edustamansa yhteisön kannalta (Douglas 1986). Yhteisön kannalta merkittävyyttä voidaan arvioida ainoastaan vertailemalla yleisesti hyväksyttyihin merkittävyystasoihin kuten esimerkiksi sallittuihin päästömääriin.

Vaihtoehdon valinta riippuu useimmiten kriteerien välisistä painotuksista. Painotusten selvittämiseksi on olemassa lukuisia menetelmiä. Seuraavassa kuvataan miten päätöksenteon valmistelija voi selvittää painotuksia Delphi -tekniikalla.

#### **5.2.4 Kriteerien painotusten määrittäminen Delphi-tekniikalla**

Delphi-tekniikka on asiantuntijapaneeli, jossa ei kokoonnuta yhteen. Työskentelyyn osallistuvat vastaavat kirjeitse laadittuihin kyselyihin. Asiantuntijapaneeli aloitetaan koordinaattorin ja työryhmän valinnalla. Työryhmä ja koordinaattori valitsevat tilanteeseen soveltuvat asiantuntijat sekä valmistelevat kyselylomakkeen. Kyselyihin vastaamaan tulee valita usean eri tahon asiantuntijat, jotka hallitsevat ongelman omista lähtökohdistaan ja lisäksi ovat valmiita osallistumaan ko. menettelyyn.



Tässä esimerkissä delphi-tekniikan tarkoituksena on määrittää kriteerien tärkeysjärjestys ja painotukset. Päätöksenteon valmistelija voi toimia koordinaattorina. Valmistelija kokoaa työryhmän, joka laatii kyselyn ja valitsee osallistuvat asiantuntijat. Asiantuntijoiden valinta voidaan tehdä myös siten, että päätöksenteon valmistelija ei tunne vastaajia. Tällöin vaaditaan tielaitoksen ulkopuolinen koordinaattori ja laadun varmistaja.

### 1. Kyselyn laatiminen ja postitus

Ensimmäisessä kyselyssä asiantuntijoita pyydetään asettamaan kriteerit tärkeysjärjestykseen. Tärkeysjärjestyksen lisäksi asiantuntijoita pyydetään arvioimaan kunkin kriteerin suhteellinen merkitys eli painotus. Painotuksen määrittämiseen voidaan käyttää useita kirjallisessa kyselyssä soveltuvia tekniikoita (Eckendore 1965, Nijkamp 1990). Asiantuntijoille ei riitä pelkkä priorisoinnin ja painotusten määrittäminen, vaan heiltä pyydetään myös perustelut esitettyihin vastauksiin.

### 2. Vastaaminen ja analysointi

Asiantuntijat vastaavat kyselyyn ja palauttavat sen takaisin työryhmälle. Työryhmä analysoi saadut tärkeysjärjestykset ja painotukset. Jos tärkeysjärjestyksissä ja painotuksissa on suuria eroja, työryhmä laatii uuden kyselyn. Uudessa kyselyssä asiantuntijoille kuvataan miten muut asiantuntijat (ovat anonymiejä) ovat tärkeysjärjestyksen ja painotukset määrittäneet ja perustelleet. Asiantuntijoita pyydetään tämän perusteella arvioimaan omia vastauksiaan uudelleen.

### 3. Jatkotyöskentely

Kyselykierroksia jatketaan, kunnes on saatu riittävä yksimielisyys asetettuun ongelmaan. Jos priorisoinneissa ja suhteellisissa painotuksissa on edelleen suuria eroja toteutetaan uusi kyselykierros. Kyselykierrosten määrä on todellisissa sovelluksissa vaihdellut 3 - 5:n ennenkuin riittävä yksimielisyys on saavutettu.

Delphi-kierrosten tuloksena saatiin esimerkin mukaisille kuudelle kriteerille seuraava tärkeysjärjestys ja painotukset tärkeimmästä vähiten tärkeimpään (painot sulkeissa normeerattuna yhteen): turvallisuus (.30), tasapuolisuus (.25), kustannukset (.20), saavutettavuus (.10), terveys (10), ilman laatu (.05).

### 5.3 Ratkaisun etsimiseen käytettyjä menettelytapoja

Erilaiset menettelytavat sopivat niihin liittyvien rajoitteiden vuoksi huonosti ratkaisun etsimiseen. Nämä menettelytapojen puutteet käyvät ilmi seuraavasta esimerkistä.

#### 5.3.1 Äänestys

Äänestysmenettelyssä tavoitteena on valita toteutettava tai toteutettavat vaihtoehdot. Oletetaan, että tavoitteena olisi valita yksi vaihtoehto hypoteettisen esimerkin kuudesta vaihtoehdosta. Ratkaisun löytämiseksi päätetään suorittaa äänestysmenettely (vrt. liite 2)

##### 1. Vaihtoehtojen kuvaus

Päätöksentekijöille kuvataan ensin vaihtoehdot. Tämä voidaan toteuttaa suullisesti, erilaisia tauluja, tiedotteita ja/tai suunnitelmia hyväksikäyttäen. Tässä vaiheessa voidaan esitellä myös kriteerikohtaisia tuloksia. Tämä voidaan tehdä, vaikka mitään järjestelmällistä kriteerihierarkiaa ei muodostettaisi. Menettelytapaa on Yhdysvalloissa käytetty jury -henkisesti, jolloin kutakin vaihtoehtoa kuvataan päätöksentekijöille suullisesti ennen varsinaista äänestystä.

##### 2. Äänestys

Äänestysvaiheessa kukin osallistuja antaa äänensä ongelman mukaisesti

- yhdelle vaihtoehdolle esitetyistä kuudesta tai
- tärkeysjärjestykselle, jolloin päättäjä antaa vaihtoehtoista järjestyksen, jota pitää parhaimpana.

##### 3. Äänten laskenta

Äänten laskenta suoritetaan ennalta sovitun laskentatavan mukaisesti. Koska lopputulos riippuu täysin valitusta laskentatavasta (vrt. liite 2) tulisi äänten laskentatavasta olla mahdollisimman yksimielisiä.

Seuraava esimerkki selventää mahdollisesti esille nousevia ongelmia. Esittämisen selkeyttämiseksi karsitaan ongelmaa neljään vaihtoehtoon I, II, III ja IV. Oletetaan päätöksentekijöitä olevan 11 kpl (a -k). He asettavat vaihtoehdot oman käsityksen mukaiseen paremmuusjärjestykseen, jolloin yksi järjestys on yksi ehdotus eli ääni. Päätöksentekijöiden antamat järjestykset (äännet) ovat seuraavat (1 = ensimmäinen, 2 = toinen, 3 = kolmas, 4 = neljäs).

	Äänestäjät										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
1.	II	II	II	III	III	III	III	IV	IV	I	I
2.	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	IV
3.	IV	III	IV	II	II	II	IV	II	II	IV	III
4.	III	IV	III	IV	IV	IV	II	III	III	III	II

Annettujen äänien pertusteella valitaan yksi toteutettava vaihtoehto. Jos valitaan vaihtoehto, joka saa eniten ensimmäisiä sijoja niin valinta olisi vaihtoehto III. Vaihtoehdolla III on myös eniten viimeisiä sijoja. Vaihtoehdolla I on vähiten ensimmäisiä sijoja eikä yhtään kolmatta ja neljättä sijaa. Tulisiko tämä vaihtoehto valita? Riippuen äänten laskentatavasta mikä tahansa neljästä vaihtoehdosta voitaisiin valita (vrt. liite 2).

Pelkistettäessä ongelmaa vielä lisää, voidaan havaita toinen äänestysmenettelyiden keskeinen ongelma. Tarkastellaan vain vaihtoehtoja I, II ja III, joista valinnan tekee kolme päätöksentekijää. Päätöksentekijä a asettaa järjestyksen seuraavasti: I, II, III. Päätöksentekijä b:n järjestys on II, III, I ja c:llä järjestys on III, II, I. Enemmistö säännön mukaan I on parempi kuin II, joka on parempi kuin III, joka puolestaan on parempi kuin I. Syntyy äänestysmenettelyille tyypillinen concordectin ilmiö: "ikuinen kierto" eli kaikki vaihtoehdot ovat toisiaan parempia.

### 5.3.2 Standarditasoihin perustuvat menettelytavat

#### 1. Kriteerikohtaisten tasojen valinta

Menettelytavan tarkoituksena on määrittää kriteereittäin esimerkiksi vähimmäistasot (vrt. muut mahdollisuudet liitteessä 3), jotka tulee toteutua jotta



vaihtoehto voidaan toteuttaa. Kriteerikohtaiset tasot voidaan määritellä esimerkiksi asiantuntija- ja muilla ryhmäosallistumismenettelyillä. Oletetaan esimerkissä vähimmäistasojen olevan seuraavat:

Kustannukset	60
Saavutettavuus	5
Turvallisuus	25
Tasapuolisuus	5
Ilmanlaatu	1000

## 2. Ratkaisun etsiminen

Ratkaisu löytyy valitsemalla ne vaihtoehdot, jotka täyttävät asetetut ehdot:

Kustannusten osalta ehdon täyttää vaihtoehdot I, III ja IV.

Saavutettavuuden osalta ehdon täyttää vaihtoehdot II, III, ja VI.

Turvallisuuden osalta ehdon täyttää riittävästi vaihtoehdot IV, V ja VI.

Tasapuolisuus on riittävä vaihtoehdoilla II, III, IV, V ja VI.

Ilmanlaadun kannalta ehdot täyttää vaihtoehdot I ja III.

Menettelytavan ongelmat tulevat esille jo tässä esimerkissä. Yksikään vaihtoehto ei täytä kaikkia ehtoja. Vaihtoehto III olisi hyväksyttävällä tasolla kaikkien muiden kriteerien paitsi turvallisuuden osalta. Voiko muilla kriteereillä saavutetuilla eduilla kompensoida turvallisuudella muodostuvaa riskiä? Jos näin ei voida, niin täysin kompensoivia menetelmiä ei tulisi käyttää. Turvallisuuden osalta ehdot täytyisivät vaihtoehdoilla IV, V ja VI, mutta muilla kriteereillä ehdot eivät kaikilta osin täyty.

Tässä tulee esille tyypillisiä päätöksentekoon liittyviä kynnyskysymyksiä kuten kompensoivuus ja painotukset. Erittäin harvoin löydetään vaihtoehtoja, jotka olisivat riittävän hyviä kaikkien kriteerien kannalta. Se mitä tasoa hyväksytään riippuu kriteerien painotuksista. Voidaanko kustannuksia, turvallisuutta ja tasapuolisuutta pitää niin merkittävänä, että vaikka vaihtoehto ei täytä vähimmäistasoja muilla tekijöillä niin se voidaan valita (esimerkissä vaihtoehto IV). Tällaisessa tilanteessa ilman päätöksentekoa avustavia välineitä päätöksentekijä tekee yleensä ratkaisun hänelle tai edustamalleen organisaatiolle tärkeän kriteerin perusteella jättäen muut kriteerit käytännössä huomiotta. Ylläesitetty esimerkki on vielä mahdollisuuksien rajoissa ratkaistavissa johdonmukaisesti ilman muita apuvälineitä, mutta kriteerien ja vaihtoehtojen määrän kasvaessa ja epävarmuuksien huomioon ottamisen jälkeen tämä olisi mahdotonta.

Jos standarditasoihin perustuvilla menetelmillä pyritään ratkaisun muodostamiseen, niin silloin tasojen määrittäminen vastaa painotusten määrittämistä. Tämän ymmärtäminen voi olla erittäin vaikeaa, minkä vuoksi tämän kaltaisia menettelytapoja tiepoliittisessa päätöksenteossa suositellaan käytettäväksi erityisesti vaihtoehtojen valintaan ja esikarsintaan, eri intressitahojen näkemysten esilletuomiseen ja kriteerien välisten painotusten ratkaisemiseen.

### 5.3.3 Leksikograafinen menettelytapa

#### 1. Kriteerien tärkeysjärjestyksen määrittäminen

Menettelytavan aluksi määritetään kriteerien tärkeysjärjestys ja tämän jälkeen vaihtoehtojen paremmuus kriteerien tärkeysjärjestyksessä. Päätöksenteon valmistelijat ja/tai päätöksentekijät asettavat kriteerit paremmuusjärjestykseen. Ristiriitojen ratkaisemiseksi voidaan käyttää ryhmäosallistumismenettelyjä ja/tai äänestystekniikoita.

Oletetaan esimerkissämme aiemmin Delphi-tekniikalla saatu tärkeysjärjestys:

Tärkein	= Turvallisuus
Toiseksi tärkein	= Tasapuolisuus
Kolmanneksi tärkein	= Kustannukset
Neljänneksi tärkein	= Saavutettavuus
Viidenneksi tärkein	= Ilman laatu

#### 2. Kriteerien tärkeysjärjestyksessä parhaan vaihtoehdon valinta

Aluksi valinta suoritetaan tärkeimmällä kriteerillä. Jos jokin vaihtoehto on yksin paras se valitaan. Muussa tapauksessa yhtä hyvien vaihtoehtojen tarkastelu etenee toiseksi tärkeimpään kriteeriin jne. Jos epävarmuus halutaan ottaa huomioon, tulee kriteereittäin määritellä alueet, joilla vaihtoehdot katsotaan olevan yhtä hyviä (indifferenttikynnys, kts. liite 5).

Esimerkissä tärkein kriteeri on turvallisuus. Sen osalta parhaimmat vaihtoehdot ovat IV ja V. Toiseksi tärkein kriteeri on tasapuolisuus, jossa vaihtoehdot ovat myös yhtä hyviä. Kolmanneksi tärkein kriteerin on kustannukset, jonka osalta vaihtoehto IV on edullisempi kuin vaihtoehto V. Näin vaihtoehto IV valitaan.

Menetelmä on peruseriaateiltaan hyvin lähellä nk. eriyttäviä menetelmiä (Leskinen 1994). Kriteerien tärkeysjärjestykseen asettaminen on lähes yhtä kriittistä kuin painotusten antaminen. Jos kriteerien tärkeysjärjestys saadaan aikaiseksi tulisi samassa yhteydessä käyttää menetelmiä (ATK-sovelluksia), joilla ratkaistaan kriteerien välinen suhteellinen merkitys (painotus). Kun painotukset saadaan määritettyä päätöksenteon avustaminen perustuu kaikkeen koottuun tietoon eikä ainoastaan tärkeysjärjestyksessä tärkeimpään tai tärkeimpiin kriteereihin.

Kun kaikki tarvittava tietoa halutaan pitää mukana joudutaan turvautumaan varsinaisiin menetelmiin. Seuraavassa käydään lävitse eri "koulukuntien" tyypillisimpiä menetelmiä. Tyypilliset koulukunnat ovat amerikkalainen täysin yhdistävä hyötyteoria, eurooppalainen osittain yhdistävä lähestymistapa ja kustannus/hyöty -analyysi. Edellä esitetyn esimerkin avulla tarkastellaan millä tavoin päätöksenteon valmistelija joutuu työskentelemään ratkaistessaan ongelmaa eri menetelmillä.

## **5.4 Ratkaisun etsimiseen käytettyjä varsinaisia menetelmiä**

### **5.4.1 Hyötyteoriaan perustuvia menetelmiä**

Hyötyteoriaan perustuvia monikriteerimenetelmiä on olemassa lukuisia. Niiden tarkoituksena on tuottaa kullekin vaihtoehdolle kokonaishyötyjä kuvaava luku. Mitä suurempi kokonaishyöty on, sen suurempi on myös kyseinen vaihtoehto.

Aluksi kuvataan kaikkein pelkistetyin lähestymistapa eli SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique). Yksinkertaisuudesta huolimatta menetelmässä on hyötyteorian mukaiset perusvaiheet, joita päätöksenteon valmistelijan tulee käyttää myös muilla tämän koulukunnan mukaisilla menetelmillä. Menetelmän avulla vaihtoehdot voidaan asettaa paremmuusjärjestykseen.

AHP eli analyttinen hierarkia prosessi kuuluu myös täysin yhdistäviin amerikkalaisen koulukunnan mukaisiin menetelmiin. Menetelmän tiettyjen erityispiirteiden ja kotimaisen "suosion" (Hämäläinen & Lauri 1992) vuoksi se käsitellään tässä erikseen. Menetelmän avulla vaihtoehdot voidaan asettaa paremmuusjärjestykseen.



Hyötyteoriaan kuuluvista menetelmistä kuvataan lisäksi SMAA, Stochastic Multiobjective Acceptability Analysis (Lahdelma ym. 1996). Menetelmän tarkoituksena on kuvata minkälaisilla arvostuksilla jokin vaihtoehto voidaan valita. Päätöksenteon valmistelijan ei siis tarvitse määrittää painotuksia, vaan menetelmän tarkoituksena on ratkaista minkälaisin painotuksin jokin vaihtoehto voidaan valita. Voidaanko vaihtoehdon valintaa perustella esimerkiksi ympäristötekijöillä, työllisyydellä vai tulisiko painotus suunnata taloudellisuudelle ja turvallisuudelle. Vaihtoehtojen valinnan mahdollistavien arvostuksien lisäksi menetelmällä saadaan ratkaistua myös kriteerien väliset korvaussuhteet. Kullekin päätöstilanteelle voidaan ratkaista vaihtosuhte esimerkiksi työllisyyden ja taloudellisuuden, taloudellisuuden ja ympäristövaikutusten jne. välille. Saatuja tuloksia päätöksenteon valmistelija voi käyttää kaikissa päätöstilanteissa perustellessaan tehtyjä päätösesityksiä.

### **Esimerkki pelkistetyimmistä lähestymistavasta**

Hyötyteorian mukaisten menetelmien vaiheet päätöksenteon valmistelijan kannalta ovat arvo- tai hyötyfunktion muodostaminen, ongelman ratkaisu ja herkkyyksianalyysit.

### **Kriteeritoteutumien yhteismitallistaminen arvofunktion avulla**

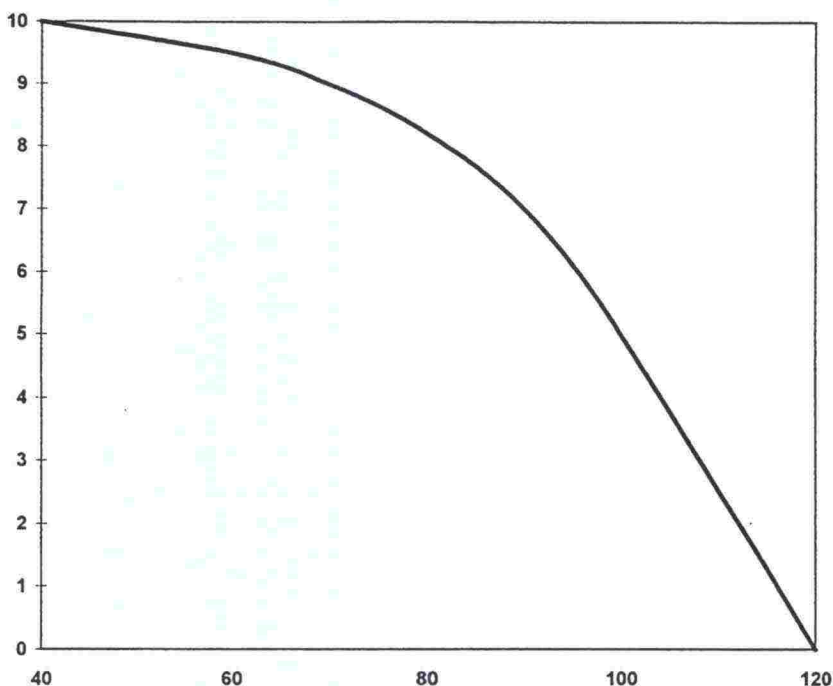
Arvofunktion periaatteena on yhteismitallistaa kriteeritoteutumat tietyille vaihteluvälille. Perinteisin arvofunktion muodostamistapa (Keeney & Raiffa 1976) on seuraava. Tarkastellaan aluksi esimerkin kustannuskriteeriä.

- 1) Määritellään tälle pienin kustannusero, jolla on päätöksentekijälle tässä yhteydessä merkitystä. Sovitaan sen olevan esimerkissämme 5 miljoonaa markkaa ja sen hyötyarvoksi asetetaan 1.
- 2) Tämän jälkeen päätöksentekijän etsii esimerkiksi saavutettavuus -kriteeriltä sellaisen arvon, joka olisi yhtä mieleinen kuin viisi miljoonaa markkaa. Oletetaan sen olevan 2. Tällöin saavutettavuus -kriteeri arvolla 2 saa myös hyötyarvon 1.
- 3) Tämän jälkeen päätöksentekijän tulee etsiä turvallisuus -kriteerille sellainen arvo, joka vastaa viittä miljoonaa markkaa tai 2 yksikköä aikakustannussäästöissä. Olkoon tämä esimerkissämme 2 onnettomuutta, jonka hyötyarvo on nyt myös 1.
- 4) Näin päätöksentekijä etenee määrittäen hyötyarvon 1 toteutumat kaikille kriteereille.

- 5) Tämän jälkeen päätöksentekijä voi etsiä kustannuskriteeriltä sellaisen arvon, joka on yhtä hyvä kuin esimerkiksi saavutettavuus ja turvallisuus hyötyarvolla 1 yhdessä. Tästä tulee kustannuskriteerille hyötyarvoa 2 vastaava toteutuma.
- 6) Tällä tavoin etenemällä saadaan muodostettua suoraan arvofunktiot, joissa skaalausvakiot (=painotukset) on muodostuneiden korvaussuhteiden mukana.]

Arvofunktio voidaan määrittää kriteereittäin myös nk. keskipistearvojen avulla. Menettelytapa edellyttää tietynlaista iterointia erilaisten kriteeritoteutumien välillä. Tätä on kuvattu esimerkin saavutettavuus- ja tasapuolisuus - kriteereillä liitteessä 4 SMART:n kuvauksen yhteydessä. Keskipisteitä etsimällä korvaussuhteet eivät ole mukana. Päätöksenteon valmistelijan tulee tällöin saada eri funktiot vertailukelpoisiksi skaalausvakioiden avulla. Skaalausvakioiden ratkaisutapa on esitetty myös liitteessä 4.

Yksinkertaisin tapa muodostaa arvofunktio on antaa kullekin kriteeritoteutumalle "arvosana" esimerkiksi vaihteluvälillä 0 - 10. Esimerkissämme kustannuskriteerillä vaihtoehdon I toteutuma 40 milj. mk saisi kaikkein edullisimpana arvon 10 ja 120 milj. mk vaihtoehdolla II kaikkein kalleimpana arvon 0. Muut vaihtoehtojen toteutumat saavat omat arvonsa tältä väliltä esimerkiksi alla olevan kuvan mukaisesti.



Kuva 4: Kriteerikohtaisten toteutumien arvot voidaan määrittää suoraan tietylle vaihteluvälille. Kuvassa aiemmin esitetyn esimerkin kustannukset muunnettuna hyötyasteikolle 1 - 10.



### Ongelman ratkaisu ja herkkyysanalyysit

Kun arvofunktiot on muodostettu, niin ratkaisu saadaan summaamalla yhteen kriteeritoteutumien hyötyarvot tai hyötyarvojen ja skaalausvakioiden väliset tulot. Epävarmuudet otetaan huomioon todennäköisyyksien avulla. Kaikille kriteeritoteutumisille on määritelty vaihteluväli ja niiden jakauma (yleensä normaalijakauma). Tuloksena saadaan kullekin vaihtoehdolle tietty hyödyn odotusarvo, jonka perusteella päätöksenteon valmistelija asettaa vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen.

SMART kuten muutkin hyötyteoriaan perustuvat menetelmät ovat arvofunktion muodostamisvaiheessa välttämättömien parivertailujen vuoksi varsin työläitä toteuttaa (Salminen ym. 1996). Parivertailujen määrä kasvaa helposti hyvin suureksi. Käytännön päätöstilanteissa myös arvofunktioiden muodostamisen on koettu vaikeaksi (Hokkanen ym. 1996). Tämän vuoksi on tehty lukuisia ATK-sovelluksia, joiden avulla arvofunktioiden muodostaminen on helpompaa. Tämänkin jälkeen arvofunktioiden yhdistäminen tilanteissa, joissa päätöksentekijöitä on paljon tulee ratkaista. Tielaitoksen sisäisessä päätöksenteossa arvofunktioiden yhdistämisessä voidaan päästä yksimielisyyteen.

Käsiteltävät ongelmat ovat kuitenkin osin sellaisia, että kaikki osallistujat eivät todennäköisesti kykene vertailemaan eri kriteerien hyötyjä. Esimerkiksi vaihtosuhte saavutettavuuden ja ilmapäästöjen välillä lienee ylivoimaista suurimmalle osasta päätöksentekijöistä. Heillä ei ole mitään hyötyfunktiota ko. asioille, mitä teoria edellyttäisi (Salminen ym. 1996).

Epävarmuuksien huomioonottamiseen tulee menetelmää käytettäessä suhtautua myös kriittisesti. Tuloksena esitetään käytetystä jakaumasta jokin tietty luku. Tämän luvun avulla esitetään myös vaihtoehtojen paremmuusjärjestys ja vielä vaihtoehtojen välisten erojen suuruus.

Jos kuitenkin menetelmän käytön kaikkine rajoitteineen on oppinut, niin hyötyteorian mukaisia menetelmiä voidaan käyttää kaikissa tie- ja liikennepoliittisissa päätöksentekotilanteissa.

### AHP (= Analyttinen Hierarkia Prosessi)/HIPRE

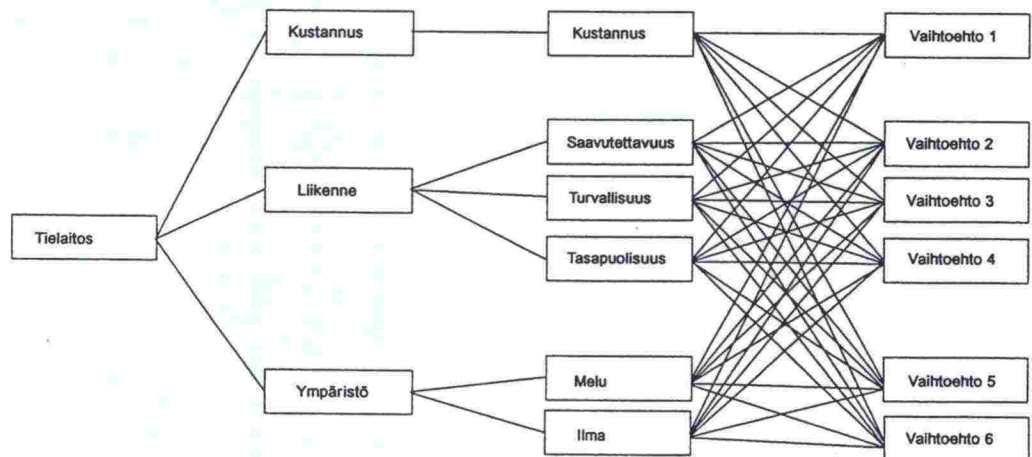
AHP ei eroa edellisestä (SMART) kovin paljoa. Keskeinen ero on arvofunktion muodostamisessa käytetty parivertailu, jossa käytetään hyväksi subjektiivista 1 - 9 välillä olevaa asteikkoa.



## 1. Kriteerihierarkian muodostaminen

Päätöksenteon valmistelija määrittää aluksi kriteerihierarkian. Sen ei välttämättä tarvitse olla jatkuvasti sama, vaan hierarkian muutosten vaikutuksia tulisi vähintäänkin herkkyysanalyysissä testata. Tämän jälkeen määritetään kriteerien väliset suhteet ja vaihtoehdoittain kriteerien väliset suhteet.

Kriteerihierarkia voi olla esimerkissä oheisen kaltainen.



Kuva 5: Esimerkistä muodostettu hypoteettinen kriteerihierarkia

## 2. Kriteerikohtaisten parivertailujen suorittamisen

Kriteerikohtaisten parivertailujen avulla saadaan laskettua kriteerien painotukset. Parivertailu aloitetaan esimerkissä kustannusten, liikenteen ja ympäristön välillä.

[Kriteerien välisessä parivertailuissa käytetään suhdelukuasteikkoa 1 - 9

- jos kriteerit ovat yhtä tärkeitä, arvo on 1
- jos toinen on hieman tärkeämpi kuin kriteeri johon vertaillaan, arvo on 3
- jos toinen kriteeri on selvästi tärkeämpi kuin kriteeri johon vertaillaan, arvo on 5
- jos toinen kriteeri on erittäin selvästi tärkeämpi kuin kriteeri johon vertaillaan, arvo on 7
- jos toinen kriteeri on ehdottomasti tärkeämpi kuin kriteeri johon vertaillaan, arvo on 9

Parillisia väliarvoja 2..8 käytetään tarvittaessa.]

Esimerkissämme voidaan kuvitella, että päätöksenteon valmistelijan mukaan liikenne olisi hieman tärkeämpi kuin kustannukset saaden arvon 3. Kustannuksen ja ympäristön parivertailussa kustannuksia pidetään yhtä tärkeän ja hieman tärkeämmän välillä. Näin parivertailun arvoksi saadaan 2. Liikenteen ja ympäristön välillä liikennettä pidetään ehdottomasti tärkeämpänä kuin ympäristöä. Näiden välille tulee arvo 9.

	kustannus	liikenne	ympäristö
kustannus	-	-	2
liikenne	3	-	9
ympäristö	-	-	-

*Kuva 6: AHP:n kriteerikohtaisella parivertailuilla ilmaistaan kriteerien merkittävyyttä pareittain asteikolla 1 - 9.*

Menetelmä laskee tämän jälkeen painotukset, jotka em. lähtöarvoilla olisivat kriteereittäin tällä hierarkiatasolla seuraavanlaiset: kustannus 0.20, liikenne 0.70, ympäristö 0.10.

Tämän jälkeen kriteerikohtaista parivertailua jatketaan vastaavalla tavalla alemmilla hierarkiatasoilla. Mallin käyttäjä (voi olla luonnollisesti myös päätöksentekijä) vertailee kriteerejä saavutettavuus - turvallisuus, saavutettavuus - tasapuolisuus, turvallisuus - tasapuolisuus ja myös kriteerejä melu - ilma. Lopputuloksena saadaan kriteerikohtaiset painotukset. Painotuksiin liittyvä vertailu voidaan toteuttaa esimerkiksi Delphi -tekniikalla. Tällöin ATK-sovellus voidaan toimittaa kyselyn mukana.

### 3. Vaihtoehtojen kriteeritoteutumien välinen parivertailu

Kun kriteerikohtaiset parivertailut on suoritettu päätöksenteon valmistelija tai päätöksentekijä jatkaa parivertailuja vaihtoehtojen kriteeritoteutumien välillä. Vertailu tehdään samalla asteikolla, kuin kriteerien välinen vertailu. Esimerkiksi kustannuskriteerin osalta mallin käyttäjä vertailee vaihtoehtoja I ja II toisiinsa. Hänen mielestään 40 milj. mk on ehdottomasti parempi kuin 120 milj. markka ja antaa parivertailulle arvon 9. Näin hän jatkaa parivertailuja kustannuskriteerin osalta alla esitetyllä tavalla: vaihtoehdon kolme kanssa ovat yhtä mieleisiä (arvo 1) jne.

	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3	Vaihtoehto 4	Vaihtoehto 5	Vaihtoehto 6
Vaihtoehto 1	1	9	1	3	3	5
Vaihtoehto 2	-	1	-	-	-	3
Vaihtoehto 3	-	9	1	2	3	5
Vaihtoehto 4	-	5	-	1	1	4
Vaihtoehto 5	-	5	-	-	1	3
Vaihtoehto 6	-	-	-	-	-	1

*Kuva 7: Vaihtoehtojen parivertailu kustannuskriteerin osalta. Parivertailu tulee tehdä kaikkien kriteerien osalta erikseen.*

Kun parivertailut kustannuskriteerin osalta on tehty tehdään sama muille kriteereille: saavutettavuus, turvallisuus, tasapuolisuus, melu ja ilmanlaatu. Saadun informaation avulla menetelmä muodostaa arvofunktiot.

#### 4. Ratkaistaan ongelma ja suoritetaan herkkyysanalyysijä

Kun kaikki parivertailut on tehty, voidaan ongelma ratkaista. Ratkaisutapa on periaatteessa sama kuin SMART:ssa. Tuloksena saadaan vaihtoehtojen paremmuusjärjestys. Herkkyysanalyysissä voidaan testata tulosten herkkyyttä tärkeimpien muuttujien ja painotusten kannalta.

AHP on varsin työläs lukuisten parivertailujen vuoksi erityisesti, jos päätöksentekijöitä on paljon ja jos prosessi täytyy toistaa usein. Epävarmuuksien huomioonottamiseen liittyy samat ongelmat kuin SMART:ssa (Belton 1986, Salminen ym. 1996). Suomalaisessa Hipre -versiossa (Hämäläinen & Lauri 1992) on mahdollisuus asettaa painoarvot suoraan ilman parivertailuja. Sillä voidaan myös määrittää arvofunktiot tietynlaisen "visuaalisen keskipistemmenetelmän" avulla kriteereittäin. Tällöin menetelmä vastaa täysin SMART:a.

AHP -menetelmää ei voida varsinaisesti pitää ryhmäpäättöstä avustavana työvälineenä. Yhden päätöksentekijän tilanteessa menetelmästä on kuitenkin selkeästi apua, jos siihen liittyvät rajoitteet oppii ymmärtämään (Hobbs ym. 1992). Arvofunktion muodostaminen AHP:n kaltaisin parivertailun on yleensä koettu helpommaksi kuin arvofunktion perinteiset muodostamistavat.



## Menetelmä ratkaisun taustalla olevien painotusten selvittämiseksi

Kun jokainen vaihtoehto voidaan periaatteessa valita, niin valinta perustuu tällöin kriteerien erilaisiin painotuksiin. Eri vaihtoehtojen vaatiman painotusten eli arvomaailman ratkaisemiseksi kehitelty SMAA -menetelmä vaatii päätöksenteon valmistelijalta ainoastaan arvofunktioiden muodostamisen (Lahdelma ym. 1996). Menetelmä perustuu Bana e Costa:n (1986, 1988), vastaavaan kolmiulotteiseen menetelmään.

### 1. Arvofunktioiden määrittäminen

Päätöksenteon valmistelija joutuu aluksi määrittämään arvofunktiot kullekin kriteerille erikseen. Epävarmuuksien huomioonottamiseksi kuvataan kullekin kriteerille erikseen tyypilliset vaihteluvälit. Arvofunktioiden määrittäminen on kuvattu aiemmin. Kun arvofunktiot on muodostettu menetelmän käyttäjä syöttää ATK -avusteiseen SMAA menetelmään kriteerien hyötyarvot epävarmuuksineen kullekin vaihtoehdolle.

Tulosten avulla voidaan laskea minkälaisia korvaussuhteita jonkin vaihtoehdon valinta edellyttää. Jos esimerkissä vaihtoehdon I valinta edellyttäisi painoarvoa 8 kunnossapitokustannuksille ja painoarvoa 4 turvallisuudelle. Tällöin kustannukset ovat kaksi kertaa tärkeämpiä kuin onnettomuuksia. Esimerkissä vaihtoehtojen I ja IV välinen ero kustannuksissa on 20 milj. mk ja onnettomuuksien lukumäärässä 10. Kun pitää kustannuksia kaksi kertaa tärkeämpinä valitsee vaihtoehdon I, jos hänen mielestään onnettomuuksien hinta on vähintään  $2 \cdot 20$  milj. mk = 40 milj. mk (4 milj. mk/onnettomuus). Tällä tavoin menetelmä tuottaa vaihtosuhteet (painotukset) kaikille kriteereille. Vaihtosuhteiden avulla voi tarkastella, minkälaisia painotuksia jonkin vaihtoehdon valinta edellyttää, kun tarkastellaan kaikkia kriteerejä samanaikaisesti.

### 5.4.2 Hyötykustannusanalyysi

Kun tarkoituksenmukainen vaikutusten tarkastelutaso on valittu menetelmän käyttäjä yhteismitallistaa kriteeritoteutumat rahamääräisiksi suureiksi niiltä osin kuin se on mahdollista. Lopuksi päätöksenteon valmistelija laskee hyödyt ja haitat yhteen. Ne ominaisuudet, joita ei kyetä yhteismitallistamaan rahamääräiseksi suureiksi kuvataan sanallisesti. Tällöin menetelmää kuvaa paremmin nimi hyötyhaitta -analyysi.

### 1. Rahamääräinen yhteismitallistaminen

Rahamääräiseen yhteismitallistamiseen on olemassa useita eri tapoja, joilla eri vaikutuksille saadaan yhteismitallinen rahamääräinen mittayksikkö (Liiketaloustieteellinen tutkimuslaitos 1990, liikenneministeriö 1994, Tielaitos 1995a, Alppivuori ym. 1995, Sikow-Magny & Niskanen 1995).

Hyötykustannus-analyysin käytöllä on tielaitoksessa pitkät perinteet. Tämän vuoksi tässä esitettyä esimerkkiä ei käydä lävitse hyötykustannusanalyysillä. Menetelmän valinta merkitsee esimerkiksi täyden kompensoivuuden hyväksymistä samoin kuin rahamääräisen yhteismitallistamisen hyväksymistä ilman kriteerien välistä korvaussuhdetta. Menetelmän suurimmat epävarmuudet liittyvät rahamääräisten toteutumien laskemiseen.

### **5.4.3 Osittain yhdistävät menetelmät**

Osittain yhdistävät menetelmät (=Outranking-menetelmät) kuuluvat nk. eurooppalaiseen koulukuntaan. Menetelmiä on lukuisia, mutta ne rakentuvat kaikki nk. ELECTRE -menetelmien perusperiaatteisiin (Brans ym. 1984, Roy 1991, Hokkanen & Salminen 1994, 1995, 1996a,b., Simpson 1996). Menetelmät poikkeavat oleellisesti täysin yhdistävien menetelmien periaatteista. Näillä menetelmillä ei muodosteta arvofunktioita, eikä menetelmillä saada vaihtoehtoja kuvaavia kokonaishyötyjä. Menetelmien käyttäjä joutuu aluksi määrittämään aiemmin kuvatut kynnysarvot. Tämän jälkeen menetelmän käyttäjä määrittää subjektiiviset painotukset kriteereille. Lopuksi menetelmä ratkaisee kaikki päätösongelmat: järjestys, soveltuvien vaihtoehtojen valinta jne. Vaihtoehtojen välisten erojen suuruutta menetelmillä ei saada, koska menetelmät eivät tuota minkäänlaisia vaihtoehtojen hyvyttä kuvaavia tunnuslukuja.

#### 1. Kynnysarvojen määrittäminen:

Päätöksenteon valmistelija määrittää aluksi kriteerikohtaiset kynnysarvot ja tämän jälkeen kriteerien väliset suhteet eli painotukset. Menetelmät käyttävät hyödyksi pseudo -kriteeriä, jota on kuvattu liitteessä 5.

Kullekin kriteerille määritetään indifferenssi -kynnysarvo ja selvän preferenssin kynnysarvo. Indifferenssikynnys rajaa alueen, jolla vaihtoehtoja voidaan tietyn kriteerin perusteella pitää yhtä hyvinä. Tämä voi olla esimerkiksi



kustannusten tai päästöjen tyypillinen vaihteluväli. Selvän preferenssin rajalla voidaan olla varmoja, että vaihtoehtojen välinen ero tietyllä kriteerillä on riittävä osoittamaan vaihtoehtojen välisen paremmuuden. Kynnsarvojen määrittämiseen voidaan käyttää asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmiä, mutta epävarmuuksiin perustuvat lähestymistavat ovat osoittautuneet käytännössä erittäin nopeiksi ja luotettaviksi (Boussouy 1990, Hokkanen & Salminen 1995, 1996a,b, Roy 1985).

Esimerkissämme kynnsarvot voivat olla seuraavanlaisia.

	Hajonta	Indifferenssikynns	Selvän preferenssin kynns
Kunnossapitokustannukset	$\pm 5 - 10 \%$	0.05 * toteutuma	0.1 * toteutuma
Saavutettavuus	$\pm 1 - 5$	1	5
Turvallisuus	$\pm 5 - 8$	5	8
Tasapuolisuus	$\pm 1 - 2$	1	2
Ilmanlaatu	$\pm 5 - 15 \%$	0.05 * toteutuma	0.15 * toteutuma

## 2. Painoarvojen määrittäminen

Kynnsarvojen määrittämisen jälkeen määritetään kriteerien suhteellinen merkitys eli painotus. ELECTRE-menetelmissä painotukset kuvaavat kriteerien suhteellista merkitystä, ei korvaussuhteita kuten hyötyteorian mukaisissa menetelmissä. Tämän vuoksi parivertailuja ei tarvitse suorittaa, vaan päätöksentekijä tai muu mallin käyttäjä voi määrittää painoarvot suoraan. ELECTRE -menetelmillä painotus vastaa äänestysmenettelyn mukaista ääntä kriteerille. Tyypillinen lähestymistapa usean päätöksentekijän tilanteessa on käyttää esimerkiksi alakvarttiileja, jolloin painotus on se taso, jota vähintään 75 % päätöksentekijöistä pitää riittävänä (Hokkanen & Salminen 1995). Painotuksien määrittäminen voi tapahtua itse iteroiden tai käyttäen hyväksi hyvin helppokäyttöisiä ELECTRE-menetelmän painotusten määrittämiseen tarkoitettuja ATK-sovelluksia (Mousseau 1995).

Menetelmä edellyttää myös kriteerien välisen kompensoinnin pohdintaa. Tämä edellyttää seuraavaa pohdintaa (vrt. standarditaso -menettelytapa kpl. 5.3.2):

- 1) Onko jonkin tekijän osalta nähtävissä tulevaisuudessa rajoitteita esimerkiksi vaikutusten todennäköisestä pienentämisestä tai
- 2) onko jokin kriteeri sellainen, että sen vaikutusten ei voida hyväksyä kompensoivan yksin muita vaikutuksia.



Jos jonkin kriteerin osalta joudutaan vastaamaan myöntävästi toiseen esitetyistä kysymyksistä päätöksenteon valmistelijan tulee määrittää nk. veto -tasot. Näillä tasoilla päätöksenteon valmistelija laskee jonkin kriteerin kykyä kompensoida muiden kriteerien vaikutuksia. Tämän tason määrittämiseksi päätöksenteon valmistelija joutuu suorittamaan useita iterointeja, jolloin kompensoivuuden lieventämisen vaikutus selkiytyy. Veto-ajan määrittämiseksi on myös olemassa helppokäyttöisiä ATK-sovelluksia (Mousseau 1995).

Kun kompensoivuus on tarkistettu, niin päätöksenteon valmistelijalla on kaikki tarvittava tieto syötettynä koneelle. Parhaan kompromissin valinta ja vaihtoehtojen asettaminen paremmuusjärjestykseen esimerkiksi tiehankkeiden priorisoinnissa tehdään ELECTRE III -menetelmällä ja soveltuvien vaihtoehtojen valinta ELECTRE IS -menetelmällä. Soveltuvien vaihtoehtojen valinta esimerkiksi tienpidon painotuksissa voidaan tehdä myös ELECTRE TRI -menetelmällä, mutta se edellyttää em. informaation lisäksi nk. ideaalipisteen valintaa. Käytännössä tämä merkitsee ideaaliarvojen eli kriteereittäisten ihannearvojen määrittämistä, mikä voi olla käytännössä hyvin vaikeaa, jos eri intressitahojen näkemykset halutaan ottaa huomioon.

Kun päätöksenteon valmistelija saa tulokset, niin tämän jälkeen suoritetaan herkkyyksianalyysit. Herkkyyksianalyysillä saadaan ratkaistua seuraavat kysymykset:

- minkälaisilla painotusten muutoksilla saatu tulos muuttuu ja
- minkälaisilla kynnysarvojen muutoksilla saatu tulos muuttuu.

Menetelmillä ei saada vaihtoehtojen välisten erojen suuruuksia. Toisaalta muissa menetelmissä vaihtoehtojen erojen suuruus perustuu hyvin epävarmoihin parivertailuihin tai rahamääräiseen yhteismitallistamiseen. Eurooppalaisen koulukunnan menetelmissä epävarmuudet otetaan huomioon kynnysarvoissa, jolloin epävarmuudet sisältyvät suoraan saatuu ratkaisuun. Painotukset kuvaavat kriteerien suhteellista merkitystä. Painoarvot voidaan määrittää joko suoraan iteroiden tai tarkoitusta varten tehtyjen ATK-avusteisten menetelmien avulla.

## 5.5 Tulosten esittäminen päätöksentekijöille

Tulosten esittämisessä päätöksentekijöille voidaan käyttää useita jo perinteisiä menettelytapoja: esitteet, informaatiotaulut, raportit, esittelytilaisuudet jne. Menettelytavan valintaan vaikuttaa päätöksentekijöiden lukumäärä, käytettävissä olevat resurssit ja päätöksentekijöiden saavutettavuus.

Tulosten esittämistavalla vaikutetaan merkittävästi siihen kuinka avointa ja tietoista päätöksenteko on. Periaatteessa mikä tahansa vaihtoehto voidaan valita ja käytettäessä oikeita apuvälineitä jokainen valinta voidaan perustella niin täydellisesti kuin se olemassaolevalla tiedolla on mahdollista.

## 6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### Päätöksenteon valmistelusta

Tienpidon suunnittelussa päätöksenteon valmistelijan tehtävänä on huolehtia siitä, että kaikki merkittävät vaikutukset ja eri sidosryhmien näkemykset tuodaan esiin ja selvitetään mitkä niistä ja miten ne on otettu huomioon. Päätöksen tekee tielaitoksen sisällä yksittäinen päätöksentekijä tai ryhmä tai päätöksen tekevät poliittiset päättäjät valmistelijan laatiman aineiston sekä päättäjän omien arvojen ja kokemusten pohjalta. Valmistelijan tehtävänä on tarjota mahdollisimman monipuolista, eri näkökulmat huomioon ottavaa, intressiryhmien näkemykset esiintuovaa, yleistajuista ja totuudenmukaista aineistoa päätösvaihtoehtoista ja niiden vaikutuksista. Tämä edellyttää riittävän selkeää ja ymmärrettävää raportointia, josta tulee ilmetä:

- 1) intressitahojen huomioonottaminen
- 2) päätöksenteon vaihtoehdot
- 3) asiat mihin päätös vaikuttaa
- 4) vaihtoehtojen vertailu
- 5) erilaisten arvostusten vaikutus valittavaan lopputulokseen.

Raportointi päätöksentekijöille ja kaikille päätöksenteon valmisteluun osallistuville toteutetaan erilaisten menettelytavoilla kuten esittelytilaisuuksilla, tiedotteilla, raporteilla, esittelymateriaaleilla jne.

### Päätöksentekoa avustavat menettelytavat

Päätöksenteon avustamisen tyypit voidaan ryhmitellä menettelytapoihin ja varsinaisiin menetelmiin. Menettelytavat ovat ratkaisutapoja, joissa ongelma palautetaan niin yksinkertaiselle tasolle, että ihminen kykenee ratkaisemaan sen ilman apuvälineitä. Menettelytavat voidaan luokitella tiedon lisäämiseen perustuviin infotauluihin, asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmiin, äänestystapoihin ja kriteerien määrää rajaaviin menettelytapoihin.

### Päätöksentekoa avustavat menetelmät

Varsinaisilla päätöksentekoa avustavilla menetelmillä tarkoitetaan työkaluja, joilla hallitaan samanaikaisesti kaikki päätöksentekoon vaikuttava tieto: vaihtoehdot, vaikutukset, eri kriteerien erilaiset painotukset ja epävarmuudet. Päätöksentekoa avustavien menetelmien avulla käsitellään tätä tietoa, etsitään mahdollisia ratkaisuvaihtoehtoja ja näiden paremmuusjärjestystä sekä haetaan



päätöksentekoon osallistuvien mieltymysten mukaista kompromissiratkaisua. Menetelmien avulla voidaan myös selvittää, minkälaisen arvojen vallitessa tietty vaihtoehto tai tietyt vaihtoehdot voivat tulla valituiksi. Menetelmien käyttö ei korvaa normaaliin päätöksentekoprosessiin kuuluvaa vuoropuhelua kansalaisten ja sidosryhmien kanssa, politikointia tms. Menetelmät eivät myöskään korvaa perusaineiston hankintaan liittyvää tutkimus- ja selvitystyötä. Menetelmien tarkoituksena on ainoastaan avustaa moniulotteisissa ristiriitatilanteissa.

### **Päätöksenteon avustaminen tienpidon suunnittelussa**

Tienpidon suunnittelun tarkoituksena on ratkaista esimerkiksi talvihoitopolitiikassa parasta kompromissiratkaisua, hyväksyä soveltuvaa vaihtoehtoja kehittämishankkeiden priorisoinnissa, asettaa vaihtoehtoja paremmuusjärjestykseen talvihoitopolitiikan ja kehittämishankkeiden priorisointi hankkeissa ja avustaa ymmärtämään minkälaisia arvostuksia tietyt valinnat edellyttävät.

Päätöksenteon avustamista tarvitaan näissä prosesseissa useissa eri vaiheissa. Yksikään menetelmä tai menettelytapa ei sellaisenaan yksin ratkaise päätöksenteon avustamisen koko tarvetta tienpidon suunnittelussa. Joissakin tapauksissa on hyödyllistä käyttää useita menetelmiä ja menettelytapoja samanaikaisesti. Eri tahoilta hajallaan olevan tiedon kokoamiseen ja intressitahojen näkemysten turvaamiseksi tarvitaan erilaisia menettelytapoja. Tähän soveltuvat hyvin esimerkiksi erilaiset asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenettelytavat. Näillä voidaan varmistaa esimerkiksi eri intressitahojen kannalta tärkeiden vaihtoehtojen ja niiden vaikutusten huomioon ottaminen. Varsinaisten päätösesitysten tekemiseen näitä menettelytapoja ei kuitenkaan suositella.

### **Tehdäänkö päätös osalla kriteereitä**

Kriteerien määrää rajaavissa menettelytavoissa ratkaisu perustuu jonkin tahon kannalta valittuun merkittävään kriteeriin. Tällöin ongelman monikriteerisyys ratkaisun etsimisvaiheessa poistuu. Äänestysmenettelyt ovat myös sellaisia, joissa monikriteerisyys ei säily. Monikriteerisyyden poistuessa joudutaan aina oletamaan, että ratkaisu tehdään yhteiskunnan kannalta tärkeiden kriteerien perusteella. Koska tästä ei voida olla varmoja ja koska erityisesti äänestysmenettelyissä tulos riippuu käytetystä äänen laskentatavasta, näitä menettelytapoja ei suositella käytettäväksi yhteiskunnallisessa päätöksenteossa ratkaisun



muodostamiseen. Niitä voidaan käyttää tukimenetelminä kun päätöksentekoon vaikuttavia asioita kuten kriteerit, vaihtoehdot, vaikutusten suuruudet jne. kootaan.

### **Monikriteerisyydellä kaikki tieto huomioon**

Lopullinen valinta tulisi tehdä menetelmillä, joilla kaikki päätöksenteossa tarvittava tieto voidaan ottaa samanaikaisesti huomioon. Tällaisia ovat yhdistävät monikriteerimenetelmät. Täysin yhdistävät hyötyteorian mukaiset menetelmät ja poissulkeviin suhteisiin perustuvat osittain yhdistävät menetelmät soveltuvat periaatteessa hyvin parhaan kompromissivaihtoehdon ja soveltuvien vaihtoehtojen valintaan. Yksittäisten ominaisuuksien kannalta menetelmien soveltuvuudella on kuitenkin eroja. Hyötykustannusanalyysi soveltuu hyvin vaihtoehtojen järjestämiseen ja tätä kautta välillisesti myös parhaan kompromissin tai soveltuvien vaihtoehtojen valintaan. Arvostuksien kuvauksiin soveltuu ainoastaan SMAA ja sen luonteiset menetelmät. Jatkuvien joukkojen menetelmiä tarvitaan ainoastaan tienpidon painotus -vaihtoehtoja määritettäessä. Niiden käyttö on suhteellisen vaivatonta, kun päätöksentekijöiden määrä on pieni.

Yleensä kaikki varsinaiset menetelmät ovat suhteellisen helppokäyttöisiä ja soveltuvat jatkuviin päätöstilanteisiin. Päätöksentekijöiden lukumäärän ollessa suuri täysin yhdistävien menetelmien käyttö kuitenkin vaikeutuu. Helppokäyttöisimpiä ovat osittain yhdistävät menetelmät, joissa ei suuritöisiä parivertailuja tarvitse tehdä ja joissa epävarmuus otetaan huomioon kynnsarvoina.

Kompensoivuus otetaan huomioon ainoastaan varsinaisia menetelmiä käytettäessä. Täyttä kompensoivuutta voidaan "lieventää" osittain yhdistävillä menetelmillä. Kompensoivuus liittyy kriteerien määrän vähentämiseen, minkä perusteella kriteerien määrää rajaavat menettelytavat eivät sovellu ratkaisun etsimiseen.

### **Systematiikka auttaa keskustelua**

Päätöksenteon avustaminen siten, että tunnistetaan vaihtoehdot, vaikutukset, niistä johdettavat kriteerit ja niiden erilaiset painotusmahdollisuudet, mahdollistaa jatkuvan keskusteluyhteyden eri organisaatioiden ja eri tasojen päätöksentekoelimien välillä. Tämä edellyttää systemaattista tarkastelua

kussakin päätöstilanteessa riippumatta siitä, onko kyseessä jatkuvaa tai kertaluonteista päätöksentekoa. Päätösesitysten perusteluissa tulee näkyä perusteet vaihtoehtojen valinnalle, vaikutusten tunnistamiselle, vaikutusten suuruuden määrittämiselle niihin liittyvin epävarmuuksin ja kriteerien valinnalle. Kriteerikohtaiset tulokset tulee kuvata intressiryhmittäin ja kunkin kriteerin osalta erikseen. Nämä vaiheet vaativat suurimman osan koko suunnittelu- ja päätösprosessista.

Kun kaikki päätöksentekoon vaikuttava tieto on koottu, niin ratkaisun etsimiseen moniulotteisissa ristiriitatilanteissa tarvitaan monikriteerimenetelmiä. Monikriteerimenetelmien käyttö auttaa tunnistamaan myös keskeiset tiedon puutteet, jolloin tutkimustarve osataan kohdentaa oikein.

### **Jatkosovellutukset**

Jatkossa tulisikin tehdä todelliset testaukset tärkeimmillä hyötyteorian mukaisilla ja outranking-menetelmillä. Tärkeimpiä soveltamiskohteita alkuvaiheessa on kehittämishankkeiden priorisointi, jossa perusaineiston systemaattinen hankinta on edennyt jo varsin pitkälle. Myös jatkuvien joukkojen menetelmien yhdistäminen diskreettien joukkojen menetelmiin erityisesti tienpidon painotusten yhteydessä tulisi pikaisesti testata. Menetelmien käytön ja testauksen yhteydessä voidaan myös tarkentaa tie- ja liikennepolitiikan tietotarpeita päätöksenteon näkökulmasta.

Vaikka päätöksenteon yhteydessä tarvittava tieto on parhaiten hyödynnettävissä monikriteerimenetelmillä, niin mikään menetelmä ei täysin vastaa päätöstilanteiden ominaisuuksia. Tällaiseen täydellisen mallintamisen tilanteeseen ei koskaan päästä ja toisaalta tilaa tulee jättää myös inhimilliselle toiminnalle. Tämä tukisi eurooppalaisen koulukunnan mukaisten outranking -menetelmien käyttöä. Toisaalta mistään menetelmästä ei voida sanoa sen olevan täysin soveltumaton. Useiden menetelmien yhteiskäytöllä voidaan korvata joidenkin menetelmien puutteita. Menetelmiä ei voi eikä kannata tämän vuoksi asettaa paremmuusjärjestykseen. On ymmärrettävä, että riippumatta menetelmästä kaikki päätöksentekoon vaikuttavat asiat on tuotava esille, joko oletuksina tai tietona. Vain tämä mahdollistaa avoimen ja tietoisien yhteiskunnallisen päätöksenteon.

## KIRJALLISUUS

Menetelmiin liittyvää kirjallisuutta on esitetty myös menetelmien kuvauksen yhteydessä liitteissä 1-4.

Alppivuori, K., Kanner, H., Mäkelä, K. & Kallberg, V-P. 1995: Nastarenkaiden käytön ja talvikunnossapidon yhteiskunnallinen optimointi. Talvi ja tieliikenne projekti. tielaitoksen tutkimuksia 4/95. Helsinki.

Alterman, R., Harris, D. & Hill, M. 1984: The impact of public participation on planning. - Town Planning Review (55) 2: 177-196.

Bana e Costa, C.A. 1986: A multicriteria decision-aid methodology to deal with conflicting situations on the weights. - European Journal of Operational Research 26: 22-34.

Bana e Costa, C.A. 1988: A methodology for sensitivity analysis in three-criteria problems: A case study in municipal management. - European Journal of Operational Research 33: 159-173.

Bana e Costa, C.A. 1992: Absolute and relative evaluation problematiques. The concept of neutral level and the MCDA Robot Technique. Teoksessa: Cerny, D., Glückaufova & Poula, D. (toim.), Proceedings of the international workshop on multicriteria decision making: Methods - Algorithms - Applications: 7-15. Libliche march 18-22. Praq.

Banville, C., Landry, M., Martel, J-M & Boulaire, C. 1996: A stakeholder approach to MCDA. (Käsikirjoitus).

Belton, V. 1986: A comparison of the analytic hierachy process and a simple multtiattribute value function. European Journal of Operational Research. (26), 7-21.

Bouyssou, D. 1990: Building criteria: A prerequisite for MCDA. Teoksessa Bana e Costa C.A., (toim.): Readings in Multiple Criteria Decision Aid. Springer Verlag, Berlin. 58 - 80.

Bouyssou, D. 1986: Some remarks on the notion of compensation in MCDM. - European Journal of Operational Research 26,1: 150 - 160



Boussoy, D., & Vansnick, J.C. 1986: Noncompensatory and generalized noncomensatory preference structures.- Theory and Decision 21, 251-266.

Bogetoft, P. & Pruzan, P. 1991: Planning with Multiple Criteria. Elsevier Science Publishers, New York.

Bouyssou, D. 1986: Some remarks on the notion of compensation in MCDM. - European Journal of Operational Research (26) 1: 150 - 160.

Bouyssou, D. 1990: Building criteria: A prerequisite for MCDA. Teoksessa: Bana e Costa C.A. (toim.), Readings in Multiple Criteria Decision Aid: 58 - 80. Springer Verlag, Berlin.

Bouyssou, D. & Vansnick, J.C. 1986: Noncompensatory and generalized noncompensatory preference structures. - Theory and Decision 21: 251-266.

Brans, J.P., Mareschal, B. & Vincke, Ph., 1984: PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis. Teoksessa: Brans, J.P. (toim.), Operational Research 84: 408-421. Elsevier Science Publishers, North Holland.

Douglas, M. 1986: How institutions think. Syracuse University Press. New York.

Eckendore, R.T. 1960: Weighting multiple criteria, Managament Science. 12 (3) 180-192.

Friedmann, J. 1987: Planning in The Public Domain: From Knowledge to Action. Princeton University Press, Princeton - New Jersey.

Goicoechea, A., Hansen, D. & Duckstein, L. 1982: Introduction to multiobjective analysis with engineering and business applications. John Wiley, New York.

Gregory, R. & Keeney, R.L. 1994: Creating policy alternatives using stakeholders values. - Management Science (40) 8: 1035-1048.

Hobbs, B.F., Chankong, V. & Hamadeh, W. 1992: Does choice of multicriteria method matter? An experiment in water resources planning. - *Water Resources Research* (28) 7: 1767-1779.

Hokkanen, J. 1996: Aiding public environmental decision making by multicriteria analysis. (Käsikirjoitus)

Hokkanen, J. & Salminen, P. 1994: The choice of a solid waste management system by using the ELECTRE III decision-aid method. Teoksessa: Paruccini, M. (toim.) *Applying Multiple Criteria Aid for Decision to Environmental Management*: 111-153. Kluwer Academic Publishers, London.

Hokkanen, J. & Salminen, P. 1995: Choosing a solid waste management system using multicriteria decision analysis. *Painossa; European Journal of Operational Research*.

Hokkanen, J. & Salminen, P. 1996a: Locating a waste treatment facility by multicriteria analysis. *Painossa; Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*.

Hokkanen, J. & Salminen, P. 1996b: ELECTRE III and ELECTRE IV decision aids in an environmental problem. *Painossa; the Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*.

Hokkanen, J., Salminen, P., Rossi, E. & Ettala, M. 1995: The choice of a solid waste management system using the ELECTRE II decision-aid method. - *Waste Management and Research* 13: 175-193.

Keeney, R.L. & Raiffa, H. 1976: *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. John Wiley & Sons, New York.

Keeney, R.L. 1992: *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

Lahdelma, R., Hokkanen, J. & Salminen, P. 1996: SMAA - Stochastic multiobjective acceptability analysis. (Käsikirjoitus)

Leskinen, A., 1994: Environmental planning as learning: The principles of negotiation, the disaggregative decision-making method and parallel organization in developing the road administration. University of Helsinki. Department of Economics and Management. Publication no. 5. University Press. Helsinki.

Liikenneministeriö 1994: Liikenteen väylähankkeiden vaikutusselvitysten yhdenmukaistaminen. Liikenneministeriö julkaisuja 26/94. Helsinki.

Liiketaloustieteellinen tutkimuslaitos 1990: Tieliikenteen onnettomuuskustannukset Suomessa. Laskentaperiaatteet ja suuruus vuonna 1987. Liiketaloustieteellinen tutkimuslaitos. Sarja B 58. Helsinki.

Mason, R.O. & Mitroff, I.I. 1981: Challenging Strategic Planning Assumptions: Theory, Cases and Techniques. John Wiley and Sons, New York.

Mauss, A.L. 1992: Social problems. Teoksessa: Borgatta, E.F & Borgatta, M.L. (toim.), Encyclopedia of Sociology. Macmillan Publishing Company, New York.

Mousseau, V. 1995: Eliciting information concerning the relative importance of criteria. LAMSADE: Laboratoire d'Analyse et Modelisation de Systemes pour l'Aide a la Decision. Cahier N° 126. Universite de Paris Dauphine. Paris.

Ozernoy, V. 1984: Generating alternatives in multiple criteria decision making problems: A survey. Teoksessa: Haimes, Y & Chankong, V. (toim.) Decision making with multiple objectives. Proceedings of the Sixth International Conference on Multiple-Criteria Decision Making held at the Case Western Reserve University, Cleveland, Ohio, USA, June 4-8, 1984. Springer-Verlag, New York.

Payne, J.W. & Bettman, J.R. 1992: Behavioral decision research: A constructive processing perspective. - Annual Review of Psychology 43:87-131.

Roubens, M., 1982: Preference relations on actions and criteria in multi-criteria decision-making. European Journal of Operational Research. 10, 51-55.



Roy, B. 1985: *Méthodologie Multicritère d'aide à la décision*. Economica, coll, "Gestion". Paris.

Roy, B. 1989: Main sources of inaccurate determination, uncertainty and imprecision in decision models. - *Mathematical and Computer Modelling*, (12) 10/11: 1245-1254.

Roy, B. 1990: Decision science or decision-aid science ? - *European Journal of Operational Research* 10: 51-55.

Roy, B. 1991: The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. - *Theory and Decision* (31) 1: 49-73.

Roy, B. & Mousseau, V. 1996: A theoretical framework for analyzing the notion of relative importance of criteria. - *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*. (5) 2: 145-160.

Roy, B. & Vanderpooten, D. 1996: The European school of MCDA: Emergence, basic features and current works. - *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*. (5) 1: 22-37.

Roy, B., & Vincke, PH. 1984: Relational systems of preference with one or more pseudo-criteria: Some new concepts and results. - *Management Science* (30) 11: 1323-1335.

Saaty, T.L., 1980: *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw Hill, New York.

Salminen, P., Hokkanen, J. & Lahdelma, R. 1996: Comparing multicriteria methods in the context of environmental problems. (Käsikirjoitus)

Sikow-Magny, C. 1995: Panos-tuotos mallin kehittäminen. Tielaitoksen selvityksiä 50/94. Helsinki.

Sikow-Magny, C & Niskanen, E. 1995: Liikennejärjestelmän kehittämisen yhteiskuntataloudellinen perusta. Tielaitos selvityksiä 80/95. Tielaitos. Helsinki.

Simpson, L. 1996: Do decision makers know what they prefer?: MAVT and ELECTRE II. - *Journal of the Operational Research Society* 47: 919 - 929.

Tielaitos 1991: Hankeperustelujen analyysi KTS 1990-95. Tielaitos. Helsinki.

Tielaitos 1993: Päätiehankkeiden priorisointi. Luonnos. Helsinki.

Tielaitos 1994: Tienpidon 10 -vuotissuunnitelma. Tielaitos. Helsinki.

Tielaitos 1995a: Tieliikenteen ajokustannukset 1995. Tielaitos kehittämiskeskus. Helsinki.

Tielaitos 1995b: Teiden talvihoito. Tielaitos. Helsinki.

Tielaitos 1995c: Tie- ja liikennesektorin strateginen suunnittelu Suomessa. Luonnos. Tielaitos. Helsinki.

Tversky, A. & Kahneman, D. 1986: Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Teoksessa: Arkes, H.R. & Hammond, K.R. (eds.), Judgment and Decision Making: 38 -56. Cambridge University Press, New York.

Vanderpooten, D. 1990: The construction of prescriptions in outranking methods. Teoksessa: Bana e Costa C.A. (toim.), Readings in Multiple Criteria Decision Aid: 184-215. Springer Verlag, Berlin.

Vincke, P. 1992: Multicriteria Decision-Aid. John Wiley & Sons, New York.

Zionts, S. & Wallenius, J. 1983: An interactive multiple objective linear programming method for a class of underlying nonlinear utility functions. - Management Science (29) 5: 519-529.

## KUVAUS ASiantuntija- JA RYHMÄOSALLISTUMIS- MENETELMISTÄ

### I Aivoriihi

Aivoriihi on ideoiden luontiin tarkoitettu menetelmä. Se on eräänlainen kokous- ja neuvottelutekniikka, joka perustuu ideoiden luontiin ja niiden yhdistämiseen sekä parantamiseen. Menetelmän tarkoituksena voi olla myös varsinaisten päätösten aikaansaaminen.

Aivoriihi etenee seuraavasti.

- (1) Valitaan osallistujat (4-12 kpl), johtaja ja sihteeri
- (2) Sovitaan aivoriihessä käytettävistä menettelytavoista (esim. seinätekniikan käyttö)
- (3) Kirjoitetaan ongelma koko ryhmän nähtäväksi
- (4) Ideointivaihe
- (5) Ideoiden parantaminen ja yhdistäminen
- (6) Ratkaisun luominen, jos tarkoituksena on aikaansaada päätöksiä.

Aivoriihin kesto on enintään 1-1,5 tuntia. Teknisinä apuvälineinä aivoriihimenettelyyn tarvitaan vähintään piirtoheitin/liitutaulu ja muistiinpanovälineet. Seinätekniikkaa käytettäessä tarvitaan lisäksi fläppi- ja tarrapapereita.

Edut:

- Ryhmätyöskentelyllä on luovaa ajattelua parantava vaikutus, mikä tuottaa paljon ideoita lyhyessä ajassa.
- Jos menetelmää käytetään varsinaiseen valintaan, niin se on helppo eikä vie aikaa perusaineiston hankinnassa.

Haitat:

- Ideoiden tarkka pohdiskelu jää usein pois.
- Menetelmän käyttö rajoittuu käytännön sysistä suhteellisen yksinkertaisiin ongelmiin.
- Usein tiedon määrän kasvu muuttaa preferenssejä. Tällöin aivoriihi tulee toteuttaa uudestaan, mikä on jatkuvissa päätöstilanteissa vaikeaa.



Jos menetelmää käytetään varsinaiseen valintaan, niin

- menetelmä ei edellytä päätöstilanteiden keskeisten ominaisuuksien kuten moniulotteisuuden ja kriteerien välisen kompensoivuuden ymmärtämistä,
- valintaa on erittäin vaikea perustella ryhmän ulkopuolisille,
- menetelmä perustuu huomattaviin oletuksiin ihmisen kyvystä tehdä yhteiskunnan kannalta johdonmukaisia päätöksiä ilman apuvälineitä,
- osallistujaryhmä vastaa hyvin harvoin kaikkia intressitahoja,
- valittava ratkaisu riippuu hyvin pitkälle vaikutuksista, joita "satutaan" tarkastelemaan, lopullisen ratkaisun valintatavasta jne (vrt. esim. äänestysmenettelyt).

Referenssi:

VanGundy, A. B. 1981: Techniques of Structured Problem Solving, Van Nostrand Reinhold Company, New York.

## **II Nominaaliryhmäteknikka**

Menetelmä yhdistää osia kirjallisesta ja suullisesta aivoriihestä sekä äänestystekniikoista. Menetelmän avulla on tarkoitus päästä kaikkien jäsenten tasa-arvoiseen osallistumiseen ja vaikuttamiseen. Menettelyssä osallistujat kokoontuvat, mutta heidän ei anneta keskustella keskenään. Menetelmän tekniikoina käytetään ideoiden luontia ja äänestämistä.

Nominaaliryhmäteknikka on käytetty erityisesti ideoiden tuottamis- ja ongelman määrittämis- ja tarkoituksiin. Menetelmää voi käyttää myös varsinaiseen valintaan. Menetelmä etenee seuraavasti:

- (1) Johtajan ja osallistujaryhmän (5-10 kpl) valitseminen.
- (2) Kokouksen aloittaminen; ongelman esittely.
- (3) Ideoiden luonti kirjaamalla ne ylös. Ryhmään osallistujat kirjoittavat omat ideansa paperille ilman, että he puhuvat kenenkään muun työskentelyyn osallistuvan kanssa.
- (4) Ideoiden kirjaaminen koko ryhmän nähtäväksi. Tämän vaiheen aikana tulee pystyä hyväksymään erilaisten, jopa toisilleen vastakkaisten ideoiden esille tuominen.

- (5) Ongelmaa selventävä keskustelu luotujen ideoiden pohjalta. Tämän vaiheen tarkoituksena on selventää, puolustaa, hyljeksiä tai esittää uusia ideoita, joilla saadaan laajennettu käytävää keskustelua.
- (6) Alkuperäinen äänestys. Tarkoituksena on priorisoida vaihtoehdot tai muut tarkastelussa olevat asiat (esim. kriteerit).
- (7) Keskustelu alkuperäisen äänestyksen pohjalta.
- (8) Lopullinen äänestys. Äänestystapa on yleensä sama kuin vaiheessa 6.

Nominaaliryhmätekniiikan läpiviemiseen kuluu aikaa enimmillään noin yksi viikko, jos alkuperäisten neuvottelujen ja äänestysmenettelyjen välillä aineistoa käsitellään. Nominaaliryhmätekniiikan toteuttamisen teknisinä apuvälineinä tarvitaan muistiinpanovälineet, piirtoheitin/liitutaulu ja äänestyslipukkeet.

#### Edut:

- Menettelyllä voidaan välttää osallistujien väliset ristiriidat tai jonkun osallistujan ylivallan käyttö ryhmässä.
- Menetelmä antaa mahdollisuuden keskustella ja olla eri mieltä ilman perusteluja.
- Menettelyllä vältetään ennen aikainen idean esille tuominen, joka voi estää jonkin muun vastaavanlaisen idean esiinnostamisen.
- Menetelmä ei vaadi perusaineiston hankintaa.
- Helppo toteuttaa
- Hylätytkin ideat kootaan yhteen.

#### Haitat:

- Menettely on monivaiheinen, aikaa vievä ja vaatii useita kokoontumisia
- Jotkut ryhmän jäsenet voivat tietoisesti vääristää ideoiden arvottamisesta saatavaa tulosta painottamalla pääasiallisesti omia näkemyksiänsä
- Ongelman monikriteerisyys ei näy tuloksissa
- Jos vaihtoehtoja tulee lisää tai niitä poistetaan, niin aiemmin suoritettu äänestystulos muuttuu.
- Häviäjille ei yleensä kompensoida.
- Äänestyspäätöksiä perustelu on vaikeaa.
- Kriteerikohtaista eroa oteta huomioon
- Menetelmä on vaikea toistaa tilanteessa, jossa preferenssien muutoksia tulisi testata.



## Referenssit:

Delbecq, A. L., A.H. Van de Ven, & D. H. Gustafson. 1975: Group Techniques for Program Planning, Scott, Foresman and Company, Glenview, Illinois.

### III Delphi -tekniikka

Delphi -menetelmä on asiantuntijapaneeli, joka antaa vastauksia usealla kysymyskierroksella asteittain tarkentuviin kysymyksiin. Iteratiivisin kysymyskierroksin etsitään tarkasteltaviin ongelmiin riittävää yhteisymmärrystä. Vastaukset annetaan kirjallisesti ja eri kierroksilla tutustaan kyselyistä koottuihin välituloksiin. Kyselyä jatketaan, kunnes riittävä yhteisymmärrys saavutetaan tai saadaan koottua riittävästi tietoa. Kyselyt tarkentuvat menettelyn edetessä. Delhi-menetelmässä asiantuntijat eivät välttämättä tunne toisiaan ja kukin työskentelee etäällä toisista asiantuntijoista.

Menetelmä etenee seuraavasti:

- (1) Asiantuntijoiden, työryhmän (esim. tielaitoksen päätöksenteon valmisteluun ja päätöksentekoon osallistuvat henkilöt) ja ns. koordinaattorin valinta.
- (2) Työryhmä laatii kyselyn ja postittaa sen kullekin asiantuntijalle.
- (3) Asiantuntijat vastaavat kyselyyn ja postittavat sen takaisin työryhmälle.
- (4) Työryhmä analysoi kyselylomakkeet, kokoaa niistä saadun tiedon ja laatii uuden tarkennetun kyselyn, joka postitetaan asiantuntijoille.
- (5) Asiantuntijat tutustuvat työryhmän kokoomaan tietoon muiden asiantuntijoiden vastauksista, vastaavat uuteen tarkennettuun kyselyyn ja postittavat sen edelleen työryhmälle.
- (6) Työryhmä analysoi toisen kierroksen vastaukset, kokoaa niistä saadun tiedon ja laatii uuden tarkennetun kyselyn, joka postitetaan asiantuntijoille.



Kyselykierroksia jatketaan kunnes päästään riittävään yhteisymmärrykseen tai saadaan kerättyä riittävästi tietoa.

Menettelyyn osallistuvat asiantuntijat, työryhmä ja koordinaattori. Asiantuntijoiksi valitaan yleensä noin 20 asiantuntijaa, jotka tuntevat ongelman hyvin ja ovat valmiita osallistumaan ko. menettelyyn. Asiantuntijat vastaavat kyselyihin. Työryhmään valitaan viidestä yhdeksään jäsentä, sisältäen sekä päätöksenteon valmistelijoita että päätöksentekijöitä. Työryhmä laatii ja analysoi kaikki kyselylomakkeet, arvioi niistä kerätyn tiedon ja korjaa tarvittaessa kyselylomakkeiden sisältöä. Koordinaattori ohjaa työryhmän henkilökuntaa. Koordinaattorilla tulisi olla kokemusta Delphi-menetelmästä ja tietoa varsinaisesta ongelmasta. Koordinaattorin tehtäviin kuuluu myös erilaiset opastustehtävät, esim. opastus kyselyyn vastaamisessa, postituksissa ja tiedottamisessa.

Delphi -menettelyyn tarvittava aika on 3-6 kuukautta. Tulosten analysointi tehdään tietokoneavusteisesti.

#### Edut

- Menettely mahdollistaa vastaamisen nimettömänä.
- Ryhmäksi, joka vastaa kyselyihin on mahdollista valita hyvin heterogeeninen ryhmä, joka voi myös olla hyvin laajalta maantieteelliseltä alueelta.
- Jokaisella vastaajalla on riittävästi aikaa harkita kutakin aihetta ja tarvittaessa tarkistaa sellaista tietoa, jota vaaditaan kysymyksiin vastaamiseen.
- Menetelmän pääpaino kohdistuu suoraan ongelmaan (ongelmakeskeinen menetelmä).
- Menetelmä antaa mahdollisuuden sellaiselle työskentelylle, jossa työskentelevät ihmiset ovat taustatekijöiltään hyvin erilaisessa asemassa ja työskentelevät mahdollisesti hyvin kaukana toisistaan, mutta jossa ongelma on yhteinen ja sama
- Menetelmällä saadaan tarkkaa raportoitavaa "asiantuntija" -tietoa
- Hylätytkin ideat kootaan yhteen.

#### Haitat

- Menetelmä on hidas.
- Menetelmä ei salli asioiden suusanallista selventämistä eikä yhteiskoontumisia ja on vain tietynlainen kanssakäymisen korvike

- Vastaajiksi valitut henkilöt saattavat ymmärtää väärin kysymyslomakkeen kohtia tai heidän kirjallinen ilmaisukykynsä ei ole riittävän hyvä asian ilmaisemiseksi kysymyslomakkeelle
- Lopputulosta on vaikea perustella

#### Referenssit

Linstone, H. A., & M. Toroff, 1975: The Delphi Method, Techniques and Applications. Addison-Wesley. Massachusetts.

### IV Kongressi-menetelmä

Menettelyn tavoitteena on ongelman ratkaisu tuloshakuisessa ja puolueettomassa keskustelussa, joka pitäisi käydä hyvässä ja rakentavassa ilmapiirissä. Ryhmän jäsenillä tulee olla tietoa tai kokemusta ongelmasta. Suunnitelmallisuus on tärkeä osa kongressitekniikkaa. Suunnitelmallisuuteen kuuluu mm. tavoitteiden asettaminen, keskusteluaihepiirin kontrollointi ja mahdollinen rajoittaminen sekä keskustelun etenemisestä huolehtiminen. Suunnitelmallisuus tulee ottaa huomioon kongressin kaikissa vaiheissa.

Kongressi etenee tavallisesti seuraavin vaihein.

- (1) Kongressin avaus ja menettelyn kulun kuvaus.
- (2) Varsinaisen ongelman ja käsiteltävän aihepiirin kuvaus.
- (3) Keskustelu. Johtaja aloittaa, ohjaa, seuraa, antaa virikkeitä, huolehtii keskustelun etenemisestä.
- (4) Tulosten arviointi. Johtaja auttaa ryhmää arvioimaan tuloksia esim. painottamalla, äänestämällä, luokittelemalla, asettamalla paremmuusjärjestykseen.
- (5) Kongressin loppupäätelmät. Johtaja esittää keskustelussa esille tulleet pääkohdat korostaen niitä kohtia, joita pidettiin tärkeimpinä tulosten arvioinnissa. Hän tuo esille myös vähemmistön näkökannat.

Kongressiin kuuluu tavallisesti kongressin johtaja, jäsenet ja sihteeri. Jäsenten lukumäärä on tavallisesti 10-30. Valituilla jäsenillä tulisi olla tietoa tai kokemusta ongelmasta. Kongressijohtajan valinta täytyy tehdä erityisen huolellisesti. Työryhmäkongressissa johtaja on ryhmän esimies. Sellaisessa kongressissa, jossa on rinnakkaisia työryhmiä, johtaja voi olla kuka tahansa sellainen henkilö, joka osaa käyttäytyä neutraalisti, arvostaa käsiteltävää asiaa ja johtaa tämänlaatuista ryhmäkokonaisuutta. Sihteerin tehtävänä on hoitaa erilaisia tehtäviä ja/tai pitää kirjaa kaikista käytävistä kokouksista.

Kongressimenettely kestää tavallisesti 2-4 tuntia. Sen toteuttamiseen tarvittavat apuvälineet vaihtelevat käytettävän tekniikan mukaan. Apuvälineiksi varataan mm. piirtoheitin/liitutaulu, muistiinpanovälineet ja äänestyslipukkeet.

Edut:

- Menetelmä on helppo toteuttaa eikä vaadi ennalta hankittua perustietoa. Se ei ole aikarajoitteinen, vaan koko ryhmä työskentelee ratkaisun löytymiseksi.

Haitat:

- Menetelmän haitat ovat pääosin samoja kuin useimmilla aivoriihimenettelyillä.

Referenssi:

Nathan, E. D., 1979: 24 Questions in Group Leadership, Addison-Wesley, Reading Massachusetts



## KUVAUS ÄÄNESTYSMENETTELYTAVOISTA

### I Äänestys

Äänestys on ryhmäpäättösmenetelmä, jossa äänestäjä antaa äänensä vaihtoehdolle, kun valitaan vaihtoehtoa, kriteerille/reille, kun valitaan esimerkiksi vertailukriteerejä jne.

Äänestysmenettelyt voidaan luokitella seuraavasti:

#### **A Yhden vaihtoehdon äänestys monesta vaihtoehdosta**

Kun vaihtoehtoja on useita, äänestysmenettelyinä voidaan käyttää joko yksinkertaiseen enemmistöön tai täyteen enemmistöön perustuvia menettelyjä.

Yksinkertaiseen enemmistöön perustuvassa menettelyssä suurimman äänimäärän saanut vaihtoehto valitaan. Täyteen enemmistöön (yli puolet äänistä) perustuvissa menettelyissä täyden enemmistön ääniä saanut vaihtoehto on voittaja. Menetelmä perustuu joko toistettuun lippuäänestykseen tai kahteen peräkkäiseen lippuäänestykseen.

Toistetussa lippuäänestyksessä äänestysmenettelyyn kuuluu peräkkäisiä lippuäänestyksiä niin kauan, kunnes joku vaihtoehto saa täyden enemmistön kaikista annetuista äänistä. Menettelyn alussa vaihtoehtoja on tavallisesti useita, mutta sen edetessä niiden lukumäärä vähenee asteittain esim. neljään tai kolmeen. Menettely jatkuu, kunnes jokin vaihtoehto saa täyden enemmistön kaikista äänistä ja voittaa äänestyksen.

Kahdessa peräkkäisessä lippuäänestyksessä äänestysmenettelyyn kuuluu kaksi peräkkäistä lippuäänestystä. Ensimmäisessä lippuäänestyksessä vaihtoehto tulee valituksi vasta, kun se on saanut täyden enemmistön äänistä. Toisen lippuäänestyksen valintamenettely perustuu yksinkertaiseen enemmistöön. Tällöin mukana on kaksi sellaista vaihtoehtoa, jotka ovat saaneet eniten ääniä ensimmäisellä kierroksella.

#### **B Kahden tai useamman vaihtoehdon äänestys**

Tähän voidaan käyttää esimerkiksi yhden äänen menettelyä, jossa jokaisella äänestäjällä on yksi ääni. Jos esimerkiksi kolme vaihtoehtoa valitaan seitsemästä vaihtoehdosta ja jokaisella äänestäjällä on vain yksi ääni, niin valituksi tulevat ne vaihtoehdot, jotka saavat eniten, toiseksi eniten ja kolmanneksi eniten ääniä.

### C Äänestysmenettelyt, joissa vaihtoehdot asetetaan paremmuusjärjestykseen

Menettelyssä äänestäjä asettaa vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen omien arvostuksiansa mukaisesti. Yksinkertaiseen enemmistöön perustuvaa menettelyä on käytetty laajasti tapauksissa, joissa on ainoastaan kaksi vaihtoehtoa. Vaihtoehtojen väliseen paremmuuteen vaikuttaa ainoastaan äänestäjien arvostukset - kumman vaihtoehdon kukin äänestäjä asettaa ensimmäiselle sijalle. Yksinkertaiseen enemmistöön perustuen parhaimmaksi valtaan se vaihtoehto, joka sijoitetaan useammin ykkös- kuin kakkossijalle.

Kun vaihtoehtoja on enemmän kuin kaksi, yksinkertaiseen enemmistöön perustuvan menettelyn käytössä on huomattu ongelmia. Jos esimerkiksi vaihtoehtoja on kolme kappaletta (vaihtoehdot x, y ja z), niin äänestystulos voi olla seuraavanlainen.

Äänestäjä	Äänestystulos (1. sija - 2. sija - 3. sija)
I	x - y - z
II	y - z - x
III	z - x - y

Tällöin vaihtoehtoja ei voida enää asettaa yksinkertaiseen enemmistöön perustuen paremmuusjärjestykseen, vaan muodostelmasta tulee sykli. Esimerkin tapauksessa tuloksena saadaan seuraavaa. I ja II äänestäjän äänestystulosten perusteella voidaan vaihtoehdot x, y ja z asettaa paremmuusjärjestykseen x-y-z. Kolmannen äänestäjän äänestystulos (z on parempi kuin x) tekee edellisestä paremmuuteen perustuvasta järjestyksestä kuitenkin syklin. Ongelma tunnetaan nimellä The Condorcet Effect tai "Paradox of voting" ja sitä on tutkittu paljon.

**Sosiaalisen valintafunktion** yhteydessä taan niitä laskentamenetelmiä, joiden avulla pystytään ratkaisemaan yllä esitetty ongelma ja muuttamaan yksilöiden arvostuksien mukaiset vaihtoehtojen paremmuusjärjestykset koko äänestysryhmää kuvaavaksi eri vaihtoehtojen väliseksi paremmuusjärjestykseksi. Nämä menettelytavat on koottu liitteeseen 1.

Äänestysmenettelyissä tarvitaan puheenjohtaja, äänestäjät (voi olla tietynlainen jury) ja apuhenkilöstö (äänten laskenta, järjestelytehtävät). Kesto vaihtelee käytettävän äänestysmenettelyn mukaisesti. Menettelyn toteuttamiseen



mahdollisesti tarvittavia apuvälineitä ovat äänestysliput, piirtoheitin/taulu (tuloksen tai ongelman esittely), tietyillä äänten laskentatavoilla tarvitaan laskentaohjelmistoja.

Edut:

- Äänestysmenetelmä on nopea.
- Menetelmä on teknisesti helppo toteuttaa.
- Perusaineiston hankintaan ei juuri tarvitse uhrata aikaa.
- Kaikkien äänestäjien näkemykset saadaan yhdistettyä koko äänestysryhmää kuvaavaksi näkemykseksi (tässä on huomioitava ihmisen omat rajoitteet).
- Kriteerityypin valintaa ei tarvitse suorittaa, mikä osin helpottaa käyttöä, mutta samalla myös rajoittaa menetelmän soveltuvuutta.

Haitat:

- Menetelmän käyttö edellyttää oletusta, että päätöksentekijät kykenevät omassa mielessään käsittelemään ja yhdistämään kriteerikohtaisen tiedon: painotukset, toteutumat ja epävarmuudet. Tämä ominaisuus rajoittaa selvästi menetelmän käyttöä.
- Ongelman monikriteerisyys ei näy tuloksissa.
- Lopputulokseen vaikuttaa äänten laskentatapa.
- Uuden vaihtoehdon mukaantulo tai jonkin vaihtoehdon poistaminen vaikuttaa aiemmin saatuihin vaihtoehtojen järjestykseen (manipuloitava)
- Äänestyspäätöksiä perustelu on vaikeaa.
- Kriteerikohtaisia eroja ei oteta huomioon.
- Kompensoivuus ei liitty tähän kovinkaan oleellisesti (hävinneille ei yleensä kompensoida).
- Menetelmällä ei saada vaihtoehtojen eron suuruutta, mikä ei sinällään rajoita menetelmän soveltuvuutta.
- Menetelmän käyttö ei sellaisenaan tue päätöstilanteille keskeisten ominaisuuksien oppimista.

Referenssit:

Lakeman, E., 1974: How Democracies Vote, 4th Ed., Faber and Faber Limited, London, 1974.

Fishburn, P.C., 1977: "Condorcet Social Choice Functions", SIAM J. Appl. Math., Vol. 33, No. 3, pp. 469-489

Fishburn, P.C., 1973: The Theory of Social Choice, Princeton University Press, Princeton, New Jersey.



## SOSIAALINEN VALINTAFUNKTIO

### Perusperiaate

Sosiaalisella valintafunktiolla tarkoitetaan sellaisia laskentamenetelmiä, joilla pystytään ratkaisemaan koko äänestysryhmää kuvaava vaihtoehtojen paremmuusjärjestys. Näitä laskentamenetelmiä käytettäessä pystytään ratkaisemaan myös äänestysmenetelmän yhteydessä kuvattu ongelma (The Condorcet Effect tai "Paradox of voting"), jossa jokin äänestystulos tekee paremmuuteen perustuvasta järjestyksestä syklin.

### MENETTELYTAPOJA

#### Condorcetin funktio

Menetelmässä tehdään ensin matriisi muodossa vaihtoehtojen välinen pareittainen vertailu, jossa lasketaan kuinka monta kertaa kukin vaihtoehto on asetettu kutakin toista vaihtoehtoa paremmaksi. Tämän jälkeen varsinaiseksi Condorcetin funktion arvoksi otetaan matriisin kultakin riviltä minimi. Se a minimilukumäärää niistä tapauksista, joissa tämän rivin vaihtoehto on asetettu muita vaihtoehtoja paremmaksi. Tuloksena saadaan Condorcetin mukainen paremmuusjärjestys eri vaihtoehdolle.

#### Bordan funktio

Menetelmässä tehdään ensin matriisi muodossa vaihtoehtojen välinen pareittainen vertailu, jossa lasketaan kuinka monta kertaa kukin vaihtoehto on asetettu kutakin toista vaihtoehtoa paremmaksi. Tämän jälkeen varsinaiseksi Bordan funktion arvoksi lasketaan rivisumma matriisin kultakin riviltä. Rivisumma ilmaisee eri vaihtoehtojen välisen paremmuuden.

#### Copelandin funktio

Menetelmässä lasketaan ensin lukumääräisesti, kuinka monta kertaa ehdokkaat ovat asettaneet vaihtoehdon a muita vaihtoehtoja paremmaksi ja kuinka monta kertaa ehdokkaat ovat asettaneet muut tarkasteltavat vaihtoehdot (b,c,d,e) vaihtoehtoa a paremmaksi. Copelandin funktion arvo on edellä mainittujen lukumäärien erotus. Menetelmässä vaihtoehdot asetetaan paremmuusjärjestykseen Copelandin funktion arvon mukaisesti.

**Nansonin funktio**

Nansonin funktio perustuu Bordan funktiolla laskettujen pisteytysten eliminointiin. Menettely etenee vaiheittain ja joka vaiheessa poistetaan jatkotarkastelusta sellainen vaihtoehto/vaihtoehdot, joka saa pienimmän Bordan funktion arvon. Menettelyä jatketaan, kunnes kaikilla jäljellä olevilla vaihtoehtoilla on sama Bordan funktion arvo, eikä mitään vaihtoehtoa voida poistaa jatkotarkastelusta toista huonompana. Tämän jälkeen lasketaan Bordan pisteet jäljellä oleville vaihtoehtoilta, minkä jälkeen vaihtoehtojen paremmuusjärjestys on ratkaistu.

**Dodgsonin funktio**

Dodgsonin funktio perustuu ehdokaiden pisteyttämiseen sen mukaan, kuinka monta lisä-ääntä kukin ehdokas tarvitsee ollakseen voittaja (yksinkertaisen enemmistön ääniä saaneena). Tällöin ensimmäiseksi nousee se ehdokas, joka tarvitsee vähiten lisä-ääniä yksinkertaisen enemmistön saavuttamiseksi ja toiseksi se ehdokas, joka tarvitsee toiseksi vähiten lisä-ääniä jne.

**Kemenyn funktio**

Kemenyn funktion arvo lasketaan jokaiselle oletetulle vaihtoehtojen väliselle paremmuusjärjestykselle erikseen. Arvo  $a$  sitä, kuinka hyvänä kutakin paremmuusjärjestystä on äänestäjien keskuudessa pidetty. Suurimman Kemenyn funktion arvon saanut paremmuusjärjestys on voittaja.

**Cookin ja Seifordin funktio**

Cookin ja Seifordin menettelyn ratkaisu on kompromissi kaikkien komitean jäsenten vastauksista. Menettely perustuu vaihtoehtojen paremmuusjärjestysten eroavaisuuksien mittaamiseen toisista vaihtoehtoista. Lopullinen paremmuusjärjestys on kompromissiratkaisu, jossa vaihtoehtojen välisten erojen summa on pienin.

**Fishburnin funktio**

Fishburnin mukaan  $x$  on parempi kuin  $y$  (yksinkertaiseen enemmistöön perustuvassa tarkastelussa), jos kaikki sellaiset vaihtoehdot, jotka ovat parempia kuin  $x$ , ovat myös parempia kuin  $y$ , ja jos  $x$  on parempi kuin jotkut sellaiset vaihtoehdot, jotka puolestaan ovat  $y$ :tä parempia.

### **Yksikkövektori funktio**

Yksikkövektorimenettelyssä saadaan ratkaistua painoarvovektori, jonka perusteella vaihtoehdot asetetaan paremmuusjärjestykseen kunkin vaihtoehdon painotuksen suuruuden perusteella.

### **Bernardon menettely**

Bernardon menettelyssä etsitään sellainen vaihtoehtojen joukko, joka voidaan valita ilman että valittuja vaihtoehtoja asetetaan keskenään paremmuusjärjestykseen.

### **Osallistujat**

Äänestäjät, apuhenkilöstö (äänestyksen järjestelytehtävät, äänestystuloksen laskenta), käytettävän laskentamenetelmän asiantuntija/käyttäjä.

### **Ajantarve/tarvittavat apuvälineet**

Kesto vaihtelee pääasiassa käytettävän äänestysmenettelyn mukaisesti. Laskentamenetelmien käyttö on tavallisesti helppoa ja nopeata. Jotkut laskentamenetelmät ovat yksinkertaisia ja laskenta voidaan niitä käytettäessä tehdä käsin. Jotkut menetelmät ovat puolestaan työläitä ja niiden käyttö vaatii usein tietokoneavusteista laskentaa.

Menettelyn toteuttamiseen mahdollisesti tarvittavia apuvälineitä ovat äänestysliput, piirtoheitin/taulu (tuloksen tai ongelman esittely) ja mahdollisesti tietokone.



## KUVAUS KRITEERIEN MÄÄRÄÄ RAJOITTAVISTA MENETTELYTAVOISTA

### I Maximin- ja maximax-menetelmät

Maximin ja maximax -menetelmissä perusaineisto (kriteerikohtaiset toteutumat vaihtoehtojen) muutetaan aluksi samalle asteikolle. Tämän jälkeen vaihtoehtojen etsitään kriteereittäin paras tai huonoin muunnettu arvo. Maximax menetelmässä valitaan lopuksi vaihtoehto, jolla on suurin maksimi-arvo ja maximin menetelmässä vaihtoehto, jolla on suurin minimiarvo.

Menetelmien käyttö etenee seuraavasti:

- (1) Kriteerien määrittäminen (tässä voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmiä).
- (2) Muunnetaan aineisto samalle asteikolle suorittamalla normalisointi (menettelytavat löytyvät kaikista matematiikan perusoppikirjoista).
- (3) Etsitään kaikilta vaihtoehtoilta paras tai huonoin arvo kriteereittäin.
- (4) Valitaan vaihtoehtoista se, jolla on pienin tai suurin valittu arvo.

Menetelmän käyttäjänä voi olla kuka tahansa päätöksenteon valmistelija tai päätöksentekijä. Muut osallistujat ovat mukana kriteerien valintavaiheessa.

Kun tarvittava aineisto on käytössä, menetelmän käyttö on hyvin yksinkertaista. Sitä voidaan käyttää jatkuvissa päätöstilanteissa samoin kuin pitkän aikavälin päätöstilanteissa. Menetelmän käyttö ei edellyttää erityisiä apuvälineitä.

Keskeiset ominaisuudet:

- kriteeriarvot on muunnettava samalle asteikolle,
- painotuksia ei oteta huomioon,
- preferenssien mallintaminen tapahtuu pseudo -kriteerillä, jolloin epävarmuus otetaan huomioon fuzzy -epävarmuutena,
- päätöksentekijän tulee asettaa kriteerikohtaiset tasot,

- menetelmä on ei -kompensoiva,
- saadaan ratkaistua yksi valittava vaihtoehto ja
- menetelmällä ei saada vaihtoehtojen välisen eron suuruutta.

Edut:

- menetelmä on yksinkertainen, hyvin helppokäyttöinen ja helppo ymmärtää tekniseltä toteutustavaltaan

Haitat:

- vain yksi kriteeri edustaa yhtä vaihtoehtoa. Muihin kriteereihin liittyvä informaatiota ei käytetä hyväksi,
- puuttuu kompensoivuus, jonka ymmärtäminen olisi tärkeää,
- ei huomioi vaihtoehtojen kriteerikohtaisia eroja,
- normalisointi vaikeuttaa informaation ymmärtämistä ja
- ei tue oppimisprosessia

Referenssi

Hwang, C.L., Yoon, K. 1981: Multiple Attribute Decision Making - Methods and Applications. A State-of-the-Art-Survey, Springer & Verlag, New-York.

## **II Standarditasoihin perustuvat menetelmät**

Standarditasoihin perustuvista menetelmistä tässä yhteydessä käsitellään konjunktiiivista ja disjunktiiivista menetelmää

Menetelmissä valitaan kriteereittäin joko minimi- tai maksimitasot, joidenka ylittävät vaihtoehdot valitaan. Konjunktiiivisessa menetelmässä jokaiselle kriteerille määritetään minimitasot soveltumattomien vaihtoehtojen karsimiseksi. Disjunktiiivisessa menetelmässä vastaavalla periaatteella määritetään haluttu tai toivottu taso kaikille kriteereille toivotun kaltaisten vaihtoehtojen valitsemiseksi.

Menetelmien käyttö etenee seuraavasti:

- (1) Kriteerien määrittäminen (tässä voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmiä).
- (2) Minimi- tai maksimitasojen määrittäminen
- (3) Kriteerien mittaus/arviointi vaihtoehtojen
- (4) Vaihtoehtojen karsinta tai hyväksyminen määritettyjen tasojen avulla



Menetelmän käyttäjänä voi olla päätöksentekijä ja/tai päätöksenteon valmisteluun osallistuvat henkilöt. Kriteerien ja käytettyjen tasojen määrittämiseen tulisi osallistua päätöksenteosta vastuussa olevat henkilöt.

Kun tarvittava aineisto on käytössä, menetelmän käyttö on yksinkertaista. Sitä voidaan käyttää jatkuvissa päätöstilanteissa samoin kuin pitkän aikavälin päätöstilanteissa. Menetelmän käyttö ei edellyttä erityisiä apuvälineitä.

Keskeiset ominaisuudet:

- painotukset joudutaan olettamaan (menetelmässä oletetaan, että ihminen pystyy eri tasoja asettaessaan painottamaan kriteerejä eri tavoin),
- preferenssien mallintaminen tapahtuu true tai pseudo -kriteerillä, epävarmuus otetaan huomioon fuzzy -epävarmuutena,
- päätöksentekijän tulee asettaa kriteerikohtaiset tasot,
- menetelmä on ei -kompensoiva,
- saadaan ratkaistua soveltuvat vaihtoehdot,
- menetelmällä ei saadaan vaihtoehtojen välisen eron suuruutta ja
- menetelmällä voidaan käsitellä myös kvalitatiivista aineistoa.

Edut:

- menetelmä on yksinkertainen, hyvin helppokäyttöinen ja helppo ymmärtää tekniseltä toteutustavaltaan,
- päätöksien perustelut on helpompi esitellä, kun tunnetaan vaikutukset ja niiden suuruudet sekä käytetyt tasot,
- ulkopuoliset tai poistettavat vaihtoehdot eivät vaikuta muiden vaihtoehtojen väliseen järjestykseen ja
- yksinkertaisuudesta huolimatta monikriteerisyys säilyy

Haitat:

- kriteerien tasot eivät ole yhteiskunnallisessa päätöksenteossa samat kaikille intressitahoille
- jokin vaihtoehto voi olla 10 kriteerisessä ongelmassa 9 kriteerillä hyvä, mutta ei saavuta riittävää tasoa yhdellä kriteerillä. Menetelmä on näin ei -kompensoiva
- puuttuu kompensoivuus, jonka ymmärtäminen olisi tärkeää
- painotusten merkitystä ei opita ymmärtämään
- menetelmillä ei saada selville vaihtoehtojen välisen eron suuruutta, mikä rajoittaa niiden käyttöä jossain määrin ja
- menetelmän käyttö ei kokonaisuudessaan tue päätöstilanteiden keskeisten ominaisuuksien oppimista.



## Referenssi:

Hwang, C.L., Yoon, K. 1981: Multiple Attribute Decision Making - Methods and Applications. A State-of-the-Art-Survey, Springer & Verlag, New-York.

**III Leksikograafinen menetelmä**

Leksikograafinen menetelmä perustuu yhden kriteerin tärkeyteen. "Valitaan halvin mahdollinen" kuvastaa hyvin menetelmän periaatetta. Vertailu tapahtuu kriteerien tärkeysjärjestyksessä. Vaihtoehto, joka on paras tärkeimmän kriteerin suhteen valitaan.

Menetelmän käyttö etenee seuraavasti:

- (1) Kriteerien määrittäminen (tässä voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmiä).
- (2) Kriteerien mittaus/arviointi vaihtoehtojain.
- (3) Määritetään kriteerien tärkeysjärjestys.
- (4) Vertaile vaihtoehtoja tärkeimmän kriteerin perusteella. Valitse vaihtoehto, joka on tämän suhteen paras. Jo useampi vaihtoehto on tämän kriteerin suhteen paras vertaile näitä vielä toiseksi tärkeimmän kriteerin perusteella. Vertailua jatketaan tarvittaessa kolmanneksi, neljänneksi jne. tärkeimpään kriteeriin, kunnes jäljellä on yksi vaihtoehto tai kaikki kriteerit on käyty läpi.

Menetelmän käyttäjä voi olla päätöksentekijä ja/tai päätöksenteon valmisteluun osallistuva henkilö. Laajempi osallistuminen olisi tarpeen, kun kriteerit ja niiden tärkeysjärjestys määritetään. Tällöin voidaan käyttää hyväksi ryhmäosallistumismenetelmiä ja äänestystekniikoita.

Kun tarvittava aineisto on käytössä, menetelmän käyttö on yksinkertaista. Sitä voidaan käyttää jatkuvissa päätöstilanteissa samoin kuin pitkän aikavälin päätöstilanteissa. Menetelmän käyttö ei edellytä erityisiä ohjelmistoja.

Keskeiset ominaisuudet:

- oletuksia joudutaan tekemään painotuksista ja niiden kriteerien osalta, joihin päätöksenteko ei perustu
- preferenssien mallintaminen tapahtuu true - tai pseudo -kriteerillä
- päätöksentekijän tulee asettaa kriteerit paremmuusjärjestykseen
- epävarmuus otetaan huomioon fuzzy -epävarmuutena niin painotusten kuin kriteeritoteutumien osalta
- Menetelmät ovat ei-kompensoivia. Tämä ominaisuus rajoittaa tai se voi jopa estää tämän kaltaisten menetelmien käytön yhteiskunnallisissa päätöksentekotilanteissa.
  - \* Kun kriteerien määrää vähennetään, niin tällöin oletetaan, että poistetuilla kriteereillä ei ole lainkaan merkitystä ja samalla kompensointi estetään.
- menetelmällä saadaan ratkaistua parhaan kompromissin valinta
- menetelmä on perusteiltaan ja käytännön toteutukseltaan hyvin lähellä nk. eriyttäviä päätöksentekoa avustavia menetelmiä (vrt. Leskinen 1994)

Edut:

- menetelmä on yksinkertainen, hyvin helppokäyttöinen ja helppo ymmärtää tekniseltä toteutustavaltaan ja
- ulkopuoliset tai poistettavat vaihtoehdot eivät vaikuta muiden vaihtoehtojen väliseen järjestykseen.

Haitat:

- kriteerien tärkeysjärjestys ei ole yhteiskunnallisessa päätöksenteossa sama kaikille intressitahoille,
- kriteerien tärkeysjärjestys ei kuvaa kriteerien suhteellista merkitystä eli painotusten merkitys jää vaillinaiseksi,
- menetelmä on ei -kompensoiva, jolloin niiden kriteerien, joiden perusteella päätöstä ei tehdä, merkitys jää auki,
- menetelmillä ei saada selville vaihtoehtojen välisen eron suuruutta. Tämä rajoittaa jossain määrin niiden käyttöä.
- pyrkii palauttamaan ongelman tasolle, jonka ihminen ymmärtää, jolloin samalla joudutaan tietyllä tavalla jättämään huomiotta suuri määrä informaatiota ja
- kriteerien tärkeysjärjestykseen liittyvät ristiriidat on vaikea ratkaista.

Referenssi:

Tversky, A. 1972: Choice by elimination, Journal of Mathematical psychology, Vol 9, 4: 341 - 367.



## KUVAUS MONIKRITEERIMENETELMISTÄ

### SMART Simple multiattribute weighting technique

SMART on hyötyteorian mukaisista menetelmistä eniten käytetyin ja yksinkertaisin toteuttaa käytännössä. Hyötyteorian periaatteiden mukaisesti kukin kriteeriarvo muutetaan samalla asteikolla oleviksi hyödyn arvoiksi. Tämän jälkeen kriteerikohtaiset hyödynarvot yhdistetään tavallisesti summamalla kutakin vaihtoehtoa kuvaaviksi kokonaishyödyiksi. Mitä suurempi tämä arvo on sen peremmin se toteuttaa päätöksentekijän preferenssit.

Hyötyarvojen avulla vaihtoehdot voidaan asettaa suoraan paremmuusjärjestykseen. Saadun tuloksen avulla voidaan valita paras kompromissi (paras vaihtoehto) ja välillisesti voidaan valita soveltuvat vaihtoehdot ja hylätä muut vaihtoehdot.

Menetelmiä on käytetty todellisissa päätöstilanteissa jo pitkään.

Menetelmän käyttö etenee seuraavasti:

- (1) Kriteerien määrittäminen (tässä voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmiä).
- (2) Kriteerien mittaus/arviointi vaihtoehdoittain
- (3) Kriteeritoteutumien muunnos hyötyarvoiksi
- (4) Painoarvojen määrittäminen
- (5) Ratkaisun muodostaminen (ehdään ATK -avusteisesti)
- (6) Herkkyysanalyysit

Menetelmän käyttäjänä tulee olla henkilö, joka ymmärtää menetelmän periaatteet ja laskentatavat. Päätöksenteon valmistelussa mukana olevat ja päätöksentekijät osallistuvat erityisesti kriteerien valintaan, kriteerikohtaisten tulosten arviointiin, arvofunktion muodostamiseen ja painotusten määrittämiseen.



Kun tarvittava aineisto on käytössä, menetelmän käyttö on yksinkertaista. Sitä voidaan käyttää jatkuvissa päätöstilanteissa samoin kuin pitkän aikavälin päätöstilanteissa. Menetelmän käyttö edellyttää mikrotietokoneen ja tarvittavat ohjelmistot. Parivertailujen suorittaminen edellyttää tietokonetta ja ohjelmisto- ja kaikille osallistujille samanaikaisesti.

Menetelmän käytön kannalta aineiston hankinta vaatii suurimman ajan, mikä sinänsä on oikea jako päätöstilanteissa.

Keskeiset ominaisuudet:

- ei oletuksia tiedon määrästä,
- preferenssien mallintaminen tapahtuu true -kriteerillä, jolloin vaihtoehtojen välinen järjestys on täydellinen,
- epävarmuus otetaan huomioon stokastisesti (fuzzy-sovelluksia on kuitenkin olemassa. Tässä yhteydessä voidaan korostaa, että kynnsarvoihin perustuva epävarmuus ymmärretään yleensä paremmin),
- menetelmä on täysin kompensoivia (jonkin kriteerin liian huono toteutus merkitsee sitä, että vaihtoehto tulisi poistaa tarkastelusta) ,
- painoarvot kuvaa kriteeritoteutumien välisten erojen korvaussuhteita,
- pakottaa oppimaan päätöksentekoon vaikuttavat keskeiset asiat,
- saadaan ratkaistua suoraan paremmuusjärjestys ja välillisesti soveltuvien valinta ja muiden hylkäys,
- menetelmällä saadaan vaihtoehtojen välisen eron suuruus,

Edut:

- kun perusaineisto on käytettävissä menetelmä on hyvin helppokäyttöinen; menetelmästä on olemassa useita helppokäyttöisiä ATK -sovelluksia,
- menetelmän käyttö ei vaadi oletuksia käytettävän tiedon määrästä,
- menetelmän käyttö paljastaa oleelliset tiedon puutteet ja näin samalla myös keskeiset tutkimustarpeet,
- päätöksien perustelut on helpompi esitellä, koska tunnetaan vaikutukset ja niiden suuruudet sekä käytetyt painotukset,
- ulkopuoliset tai poistettavat vaihtoehdot eivät vaikuta muiden vaihtoehtojen väliseen järjestykseen,
- Kaiken päätöksentekoon vaikuttavan tiedon käyttö ja ymmärtäminen edesauttaa oppimista. Toisaalta hyötyarvoihin sisältyy paljon vaikeasti ymmärrettävää tietoa.

## Haitat:

- rajautuu stokastiseen epävarmuuteen, jolloin paremmuusjärjestykseen asettaminen perustuu kuitenkin tiettyyn odotusarvoon.
- hyöty- arvofunktion konstruointi erittäin vaikeaa (haitta poistuu, jos muoto oletetaan esimerkiksi lineaariseksi).
- parivertailujen määrä kasvaa helposti hyvin suureksi ja samalla hyvin vaikeasti hallittavaksi; 10:llä kriteerillä parivertailujen määrä on jo 45 (parivertailujen suorittamiseksi on olemassa useita ATK -sovelluksia vrt. kpl. 4.2)
- jos päätöksentekijöitä on useita hyöty- tai arvofunktioiden yhdistäminen on erittäin vaikeaa,
- puuttuu osittain kompensoiva osa ellei sellaiseksi katsot arvofunktion eri muotoja ja
- kriteerien riippumattomuusvaatimukset ovat tiukat.

## Referenssi

Keeney & Raiffa 1976: Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. John Wiley & Sons. New York.

Arvofunktioiden muodostaminen keskipistemenettelytavalla ja skaalaus-  
vakioiden selvittäminen kappaleen 5 esimerkin tasapuolisuus ja saavutettavuus  
kriteereille

Kyselyprosessi arvofunktion muodostamisessa (kyselijä ja vastaaja voi olla sama henkilö).

## Kysymys

## Vastaus

1.

Mikä on mielestäsi tasapuolisuus -kriteerin keskipistearvo 0 ja 10 välillä. Toisin sanottuna minkä arvon nollan ja kymmenen väliltä annat tasapuolisuudelle, jotta se olisi sinulle yhtä mieleinen sekä nollan ja keskipistearvon että keskipistearvon ja kymmenen välillä?

Annan keskipistearvoksi noin 2

2.

Mikä on mielestäsi keskipistearvo 2:n ja 10:n välillä?

Annan sille arvon 5, koska minulle merkitsee samaa siirtymisen 2:sta 5:een kuin 5:sta 10:n.

3.

Mikä on sinun mielestäsi keskipistearvo nollan (0) ja 2:n välillä?

Noin 1

4.

Onko 2 hyvä keskipistearvo 1:n ja 5:n välillä?

Kyllä on

Vastaavalla tavalla voidaan määrittää arvofunktio saavutettavuus -kriteerille.

Kysymys	Vastaus
1. Mikä on keskipistearvo $-10:n$ ja $10:n$ välillä?	- 2
2. Mikä on keskipistearvo $-2:n$ ja $10:n$ välillä?	3
3. Mikä on keskipistearvo $-10:n$ ja $-2:n$ välillä?	- 7

Tämä on esimerkki yhdestä suoraa arviointia "tarkemmasta" tavasta muodostaa arvofunktio, joka voidaan esittää myös graafisesti (kuva 5). Tällaisia tapoja tulee aina täydentää johdonmukaisuusvaatimusten täyttymiseksi (Keeney & Raiffa 1976). Arvofunktioiden muodostamiseksi on olemassa lukuisia ATK -avusteisia menetelmiä. Muun muassa kotimaisen HIPRE:n avulla on mahdollisuus määrittää keskipisteitä.

Arvofunktion skaalausvakioiden (painoarvojen) selvittäminen edellyttää kriteeritoteutumien pareittaisia vertailuja. Esimerkiksi saavutettavuus- ja tasapuolisuus -kriteerien välillä seuraavasti.

Oletetaan, että olet tilanteessa, jossa molemmat kriteeritoteutumat ovat alimmillaan (esimerkissä saavutettavuus  $-10$  ja tasapuolisuus  $0$ ). Aluksi mietitään kumpaa kriteeriä siirtäisit ensin parhaaseen toteutumaansa: saavutettavuutta arvoonsa  $10$  tai tasapuolisuutta arvoonsa  $10$ . Oletetaan, että olet mieluummin pisteessä, jossa tasapuolisuus on maksimissaan ja saavutettavuus alimmillaan. Tällöin pidät tasapuolisuus -kriteeriä tärkeämpänä kuin saavutettavuus -kriteeriä, mutta kuinka paljon tärkeämpänä kyseessä olevilla kriteeritoteutumilla. Tätä voidaan selvittää esimerkiksi seuraavanlaisesti.

Kysymys	Vastaus
Anna tasapuolisuus -kriteerille arvo, joka on sinulle yhtä mieleinen yhdessä saavutettavuuden alimmalla arvolla (kysyttävä arvo, saavutettavuus $-10$ ) kuin olla pisteessä $(0,10)$ tasapuolisuus on alin ja saavutettavuus korkein.	Noin 6 yksikköä

Tämän perusteella voidaan olettaa, että näillä kriteereillä toteutumapari  $(6,-10)$  on yhtä mieleinen kuin toteutumapari  $(0,10)$ . Tällöin saadaan yhtälö, jossa pisteen  $6$ ,  $-10$  arvo on yhtäsuuri kuin pisteen  $0$ ,  $10$  arvo

$$v(6, -10) = v(0, 10)$$



tai sama voidaan esittää seuraavasti:

$$\lambda_4 v_{\text{tasapuolisuus}}(6) + \lambda_2 v_{\text{saavutettavuus}}(-10) = \lambda_4 v_{\text{tasapuolisuus}}(0) + \lambda_2 v_{\text{saavutettavuus}}(10)$$

Yhtälön vasen puoli koostuu seuraavista tekijöistä:

$\lambda_4$  = kriteerin 4 eli tasapuolisuus -kriteerin painoarvo

$v_{\text{tasapuolisuus}}(6)$  = kriteeritoteumaa kuusi vastaava arvo

$\lambda_2$  = kriteerin 2 eli saavutettavuus -kriteerin painoarvo

$v_{\text{saavutettavuus}}(-10)$  = kriteeritoteumaa -10 vastaava arvo

Aiemmin määriteltyjen arvofunktioiden avulla nähdään, että

$$v_{\text{tasapuolisuus}}(6) = 0.85, v_{\text{saavutettavuus}}(-10) = v_{\text{tasapuolisuus}}(0) = 0, \text{ ja } v_{\text{saavutettavuus}}(10) = 1$$

tämä merkitsee, että

$$0.85 \lambda_1 = \lambda_2;$$

ja koska  $\lambda_2 = 1 - \lambda_1$ , niin saadaan

$$\lambda_1 = 1/(1.85) = 0.54 \text{ ja } \lambda_2 = 0.46$$

Vastaavalla menettelyllä saadaan määritettyä kaikille kriteereille korvaussuhteet.

### AHP/HIPPRE

AHP eli analyttinen hierarkiaprosessi on hyötyteorian mukainen sovellus. Menetelmässä ongelma hajautetaan hierarkkiseen muotoon. Päätöksentekijälle esitettävät kysymykset ovat pareittaisia vertailuja, joissa verrataan kahta kokonaisongelman kannalta yksityiskohtaista tekijää eli kriteeriä ja lisäksi vaihtoehtoja kriteereittäin keskenään.

Kriteereittäisen parivertailun avulla saadaan ratkaistua kunkin kriteerin painoarvo ja kriteerikohtainen parivertailu vaihtoehtojen tuottaa hyötyarvot. Lukuisista pareittaisista vertailuista saatavan tiedon komposointi perustuu matriisilaskennan ja verkko-teorian perusoperaatioihin.

Kotimainen sovellus HIPRE 3+ yhdistää AHP:n ja SMARTn.

Menetelmiä on käytetty todellisissa päätöstilanteissa jo pitkään.

Menetelmän käyttö etenee seuraavasti:

- (1) Kriteerien määrittäminen (tässä voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmiä).
- (2) Kriteerihierarkian muodostaminen
- (3) Kriteerien mittaus/arviointi vaihtoehtoisin
- (4) Parivertailu vaihtoehtoisin kriteeritoteutumien välillä; hyötyarvojen tuottamiseksi
- (5) Parivertailu kriteerien välillä; painoarvojen määrittämiseksi suora
- (6) Ratkaisun muodostaminen tehdään ATK -avusteisena.
- (7) Herkkyysanalyysit

Menetelmän käyttäjänä tulee olla henkilö, joka ymmärtää menetelmän periaatteet ja laskentatavat. Muut osallistujat ovat päätöksenteon valmisteluun osallistuvat mukaanlukien päätöksentekijät. Näiden merkitys on osallistua kriteerien valintaan, kriteerikohtaisten tulosten arviointiin, painotusten ja hyötyarvojen määrittämiseen.

Kun tarvittava perusaineisto on käytössä, menetelmän käyttö vaatii käyttäjältä ja päätöksentekijältä varsin paljon. Parivertailujen määrä nousee tiepoliittisissa päätöksissä helposti todella suureksi. Kuitenkin, kun menetelmän käytön on oppinut ja ymmärtää parivertailuihin perustuvat painotukset ja hyötyarvot niin menetelmää voidaan käyttää jatkuvissa päätöstilanteissa samoin kuin pitkän aikavälin päätöstilanteissa. Menetelmän käyttö edellyttää mikrotietokoneen ja ohjelmiston.

Menetelmän käytön kannalta aineiston hankinta vaatii suurimman ajan, mikä sinänsä on oikea jako päätöstilanteissa.

## Keskeiset ominaisuudet:

- ei oletuksia tiedon määrästä,
- preferenssien mallintaminen toteutetaan true -kriteerillä, jolloin vaihtoehtojen välinen järjestys on täydellinen,
- epävarmuudet käsitellään stokastisesti (vrt. edellä SMART),
- menetelmä on täysin kompensoivia,
- painoarvot kuvaa kriteeritoteutumien välisten erojen korvaussuhteita,
- saadaan ratkaistua suoraan paremmuusjärjestys ja välillisesti soveltuvien valinta ja muiden hylkäys ja
- menetelmällä saadaan vaihtoehtojen välisen eron suuruus.

## Edut:

- menetelmän käyttö ei vaadi oletuksia käytettävän tiedon määrästä,
- menetelmän käyttö paljastaa oleelliset tiedon puutteet ja näin samalla keskeiset tutkimustarpeet,
- päätöksien perustelut on helppo esitellä, koska tunnetaan vaikutukset ja niiden suuruudet sekä käytetyt painotukset,
- kyetään käsittelemään puhtaasti kvalitatiivista aineistoa

## Haitat:

- epävarmuuksien huomioonottaminen vaikeaa,
- kriteerien määrän noustessa puhtaan AHP:n toteutus on erittäin vaikeaa suuren parivertailujen määrän vuoksi (Esimerkiksi 10 kriteeriä merkitsee 45 parivertailua) (HIPPRE:ssä voidaan tällöin käyttää suoria painotuksia ja määrittää manuaalisesti arvofunktion muoto, jolloin kyseessä on kuitenkin eri menetelmä eli SMART),
- parivertailujen määrä piilottaa helposti taakseen muun keskeisen informaation (parivertailuihin perustuvat painotukset ja hyödyn arvot on vaikea ymmärtää),
- jos päätöksentekijöitä on useita niin parivertailun tulosten yhdistäminen on vaikeaa,
- menetelmästä puuttuu osittain kompensoiva osa ellei sellaiseksi katsota arvofunktion eri muotoja,
- ulkopuoliset tai poistettavat vaihtoehdot voivat vaikuttaa saatuihin tuloksiin (tämä ongelma on poistettu esim. HIPPREn atk -sovelluksesta),



Referenssit:

Saaty, T.L 1990: Multicriteria Decision Making - The Analytic Hierarchy Process. Pittsburgh, RWS Publications.

Hämäläinen, R.P. & Lauri, H. 1992: HIPPRE 3+, User's guide. Helsinki.

**VI Outranking; ELECTRE III, TRI, IS**

ELECTRE -menetelmissä vaihtoehtoja vertaillaan pareittain toisiinsa. Vertailu tehdään kunkin kriteerin osalta erikseen, todellisilla kriteerikohtaisilla toteutumilla ilman rahamääreistä tai hyötyarvollaista yhteismitallistamista.

Vertailun tuloksena saadaan vaihtoehtojen välille nk. poissulkevat suhteet (outranking relation). Poissulkevien suhteiden avulla vaihtoehdot voidaan asettaa järjestykseen, valita paras kompromissi tai voidaan valita soveltuvat vaihtoehdot ja hylätä muut vaihtoehdot. Soveltuvien vaihtoehtojen valinta ja muiden hylkääminen voidaan tehdä samoilla menetelmillä, joilla vaihtoehdot asetetaan järjestykseen. Kun vaihtoehdot on asetettu järjestykseen, niin rajaavan tekijän (esim. kustannukset) perusteella voidaan karsia vaihtoehtoja pois.

Menetelmiä on käytetty todellisissa päätöstilanteissa jo pitkään.

Menetelmän käyttö etenee seuraavasti:

- (1) Kriteerien määrittäminen (tässä voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmiä).
- (2) Kriteerien mittaus/arviointi vaihtoehdoittain
- (3) Kynnysarvojen määrittäminen; indifferentti kynnys ja selvän preferenssin kynnys (vrt. kpl. 4.2.1 kohdasta pseudokriteeri)
- (4) Painoarvojen määrittäminen, johon on olemassa useita menetelmiä (Hokkanen & Salminen 1995, Mousseau 1995).
- (5) Ratkaisun muodostaminen tehdään ATK -avusteisena.
- (6) Herkkyysanalyysit

Menetelmän käyttäjänä tulee olla henkilö, joka ymmärtää menetelmän periaatteet ja laskentatavat. Muut osallistujat ovat päätöksenteon valmisteluun osallistuvat mukaanlukien päätöksentekijät. Näiden tulisi osallistua ainakin kriteerien valintaan, kriteerikohtaisten tulosten arviointiin ja painotusten määrittämiseen.

Kun tarvittava aineisto on käytössä, menetelmän käyttö on yksinkertaista. Sitä voidaan käyttää jatkuvissa päätöstilanteissa samoin kuin pitkän aikavälin päätöstilanteissa. Menetelmän käyttö edellyttää mikrotietokoneen ja ohjelmiston.

Menetelmän käytön kannalta aineiston hankinta vaatii suurimman ajan, mikä sinänsä on oikea jako päätöstilanteissa.

Keskeiset ominaisuudet:

- ei oletuksia tiedon määrästä,
- preferenssien mallintaminen pseudokriteerillä, jolloin epävarmuus otetaan huomioon fuzzy -epävarmuutena,
- menetelmät ovat osittain kompensoivia,
- painoarvot kuvaa kriteerien suhteellista merkitystä,
- pakottaa oppimaan päätöksentekoon vaikuttavat keskeiset asiat,
- kriteerien ja preferenssien riippumattomuusvaatimukset ovat huomattavasti vähäisemmät kuin hyötyteorian mukaisissa menetelmissä, koska
- menetelmässä ei yhteismitallisteta samalle asteikolle mitään eikä näinollen menetelmillä tarvitse laskea mitään yhteen,
- saadaan ratkaistua paremmuusjärjestys, soveltuvien valinta ja muiden hylkäys, mutta
- menetelmällä ei saada vaihtoehtojen välisen eron suuruutta ja järjestys on osittainen.

Edut:

- kun perusaineisto on käytettävissä menetelmä on hyvin helppokäyttöinen
- menetelmän käyttö ei edellytä päätöksentekijältä/-tekijöiltä sellaisia parivertailuja, joita tehdään esimerkiksi AHP:ssä ja hyötyfunktion muodostamisessa. Tämän vuoksi menetelmän käyttö on helpompaa kuin hyötyteorian mukaisten menetelmien käyttö
- päätöksentekijöille esitettävien kysymysten määrä on vähäinen
- sisältää osittain kompensoivat mahdollisuudet
- kriteerien ja vaihtoehtojen lukumäärä ei rajoita käyttöä



- menetelmän käyttö paljastaa oleelliset tiedon puutteet ja näin samalla keskeiset tutkimustarpeet
- herkkyyssanalyysit on helppo tehdä
- menetelmät tukevat päätöstilanteen keskeisten ominaisuuksien oppimista (epävarmuuksien osalta jopa paremmin kuin hyötyteorian mukaiset menetelmät) ja menetelmät eivät kätke kriteerikohtaisia toteutumia muunnettuihin asteikkoihin vaan aineisto käsitellään todellisina toteutuksina ja lisäksi
- päätöksiä perustelut on helppo esitellä, koska tunnetaan vaikutukset ja niiden suuruudet sekä käytetyt painotukset.

Haitat:

- vaihtoehtojen välisten erojen suuruutta ei saada (toisaalta tämä on etu, koska erojen suuruuden saaminen edellyttää huomattavasti laajempaa ja vaikeampaa kysely- ja ymmärtämisprosessia)
- vaihtoehtojen järjestämisvaiheessa on ongelmia (ongelmat on ratkaistu (Pirlot 1993), mutta ne eivät näy vielä toistaiseksi ATK-sovelluksessa)
- osittain kompensoivaan osaan sisältyvän diskordanssin määrittäminen on vaikeaa
- vaihtoehtojen "hyvyys" määräytyy toisten vaihtoehtojen ominaisuuksista, jolloin vaihtoehdon poistaminen tai uusien mukaantulo voi muuttaa aiemmin olevien vaihtoehtojen järjestystä (ongelma teoreettisella tasolla poistettu vrt. Perny 1995)

Referenssi

Pirlot 1995: A characterization of 'min' -procedure for exploiting valued preference relation and related results. - Journal of Multi-Criteria Decision Analysis (4) 1:37-57

Roy 1985: Methodologie Multicritere d'Aide a la Decision. Economica. Paris.

**SMAA**

SMAA on hyötyteoriaan perustuva menetelmä. Sen tarkoituksena on kuvata niitä arvostuksia (=painotuksia), joihin jonkin vaihtoehdon valinta voi perustua. Analyysin tuloksena saadaan kullekin vaihtoehdolle kuvattua mahdollisimman stabiilit (epävarmuuksille vähiten herkkä) kriteerikohtaiset painotukset tilanteessa, jossa kaikki kriteerit otetaan mahdollisimman tasapuolisesti huomioon.



Menetelmän käyttö etenee seuraavasti:

- (1) Kriteerien määrittäminen (tässä voidaan käyttää hyväksi esimerkiksi asiantuntija- ja ryhmäosallistumismenetelmiä).
- (2) Kriteerien mittaus/arviointi vaihtoehtoisin
- (3) Arvofunktion määrittäminen kriteereittäin
- (4) Ratkaisun muodostaminen
- (5) Herkkyysanalyysit

Menetelmän käyttäjänä tulee olla henkilö, joka ymmärtää menetelmän periaatteet ja laskentatavat. Muut osallistujat ovat päätöksenteon valmisteluun osallistuvat mukaanlukien päätöksentekijät. Näiden osuus on varmistaa kriteerien oikea valinta samoin kuin niiden mittaus ja/tai arviointiperusteet.

Kun tarvittava aineisto on käytössä, menetelmän käyttö on yksinkertaista. Sitä voidaan käyttää jatkuvissa päätöstilanteissa samoin kuin pitkän aikavälin päätöstilanteissa. Menetelmän käyttö edellyttää mikrotietokoneen ja ohjelmiston.

Menetelmän käytön kannalta aineiston hankinta vaatii suurimman ajan, mikä sinänsä on oikea jako päätöstilanteissa.

Keskeiset ominaisuudet:

- ei oletuksia tiedon määrästä
- preferenssien mallintaminen tapahtuu true -kriteerillä
- epävarmuus otetaan huomioon stokastisesti
- menetelmä on täysin kompensoivia
- pakottaa oppimaan päätöksentekoon vaikuttavat keskeiset asiat

Edut:

- kun perusaineisto on käytettävissä menetelmä on hyvin helppokäyttöinen
- menetelmän käyttö ei vaadi oletuksia käytettävän tiedon määrästä
- menetelmän käyttö paljastaa oleelliset tiedon puutteet ja näin samalla myös keskeisiä tutkimustarpeita
- antaa mahdollisuuden ymmärtää millä edellytyksillä voidaan jokin hanke nostaa muiden edelle

Haitat:

- epävarmuuden käsittely rajautuu ainoastaan stokastiseen epävarmuuteen,
- arvofunktion konstruointi on vaikeaa.
- jos päätöksentekijöitä on useita arvofunktioiden yhdistäminen on erittäin vaikeaa
- puuttuu osittain kompensoiva osa ellei sellaiseksi katsot arvofunktion eri muotoja.
- kriteerien riippumattomuusvaatimukset
- tulosten esittäminen ja ymmärtäminen on vaikeaa.
- kaupallinen ATK -sovellus puuttuu vielä.

Arvostuksien kuvauksiin soveltuvat epäsuorasti myös muut monikriteerimenetelmät, joiden ATK-sovelluksissa on mahdollisuudet arvostuksien herkkyyksianalyysille.

Referenssi:

Hokkanen, J., Lahdelma, R. & Salminen, P. 1996: Stochastic multiattribute acceptability analysis - SMAA. (submitted).

**Kustannus/hyötyanalyysi**

Kustannus-hyötyanalyysi on tielaitoksessa perinteinen jo pitkään käytetty menetelmä. Tätä sovelletaan niin kutsutuissa yhteiskuntataloudellisissa kannattavuuslaskelmissa, joissa hankkeesta aiheutuvat hyödyt ja kustannukset muunnetaan rahamääräiseksi suureiksi. Jotta hanke olisi tehokas, eli yhteiskuntataloudellisesti kannattava, tulee kansalaisten saada sen toteutuksessa hyöty, joka on arvokkaampi kuin hankkeeseen sitoutuvat voimavarat. Yhteiskuntataloudellisesti tehokkaimpina pidetään hankkeita, joista saatavien hyötyjen suhde sitoutuviin voimavaroihin nähden on mahdollisimman suuri.

Kannattavuusselvitetään pääsääntöisesti hyöty-kustannussuhteella (HK-suhde), joka ilmaisee hyötyjen ja haittojen nettosumman nykyarvon ja perusinvestoinnin välisen suhteen. Jotta hanke olisi yhteiskuntataloudellisesti kannattava, tulee HK -suhteen olla suurempi tai yhtä suuri kuin yksi.

Menetelmää on käytetty todellisissa päätöstilanteissa jo pitkään, joskin juuri tämän menetelmän suuret puutteet ovat olleet syynä monikriteerimenetelmien syntymiselle.

Menetelmän käyttö etenee seuraavasti:

- (1) Määritellään hankkeen kaikki olennaiset vaikutukset ja kuvataan, kuinka ne vaikuttavat eri yksilöihin.
- (2) Valitaan tarkoituksenmukainen vaikutusten tarkastelutaso.
- (3) Kvantifioidaan ja arvotetaan nämä vaikutukset yhteismitallisina rahamääräisinä suureina niin pitkälle kuin se on mahdollista.
- (4) Lasketaan arvotetut hyödyt ja haitat yhteen
- (5) Tehdään herkkyystarkastelu keskeisten tekijöiden suhteen.

Menetelmän käyttäjänä tulee olla henkilö, joka ymmärtää menetelmän periaatteet ja laskentatavat. Muut osallistujat ovat päätöksenteon valmisteluun osallistuvat mukaanlukien päätöksentekijät.

Kun tarvittava aineisto rahamääräisine suureineen on käytössä, menetelmän käyttö on yksinkertaista. Sitä voidaan käyttää jatkuvissa päätöstilanteissa samoin kuin pitkän aikavälin päätöstilanteissa. Menetelmän käyttö edellyttää yleensä mikrotietokoneen ja jonkin laskentaohjelmiston.

Menetelmän käytön kannalta aineiston hankinta vaatii suurimman ajan, mikä sinänsä on oikea jako päätöstilanteissa.

Keskeiset ominaisuudet:

- preferenssien mallintaminen tapahtuu true -kriteerillä,
- menetelmä on täysin kompensoivia,
- painoarvoja ei varsinaisesti käytetä, vaan kriteeritoteutuma kuvaa jonkin tahon rahamääreistä arvostusta,
- saadaan ratkaistua suoraan paremmuusjärjestys ja välillisesti soveltuvien valinta ja muiden hylkäys ja
- menetelmällä saadaan vaihtoehtojen välisen eron suuruus, joka on kuitenkin hyvin epävarma.

Edut:

- kun perusaineisto on käytettävissä menetelmä on hyvin helppokäyttöinen,
- päätöksentekijöiltä ei tarvitse kysellä juuri mitään ja
- tavoitteiden ja vaihtoehtojen lukumäärä ei rajoita käyttöä.



Haitat:

- tarve muuttaa kaikki hyödyt ja kustannukset yhteismitalliseksi rahamääräiseksi suureeksi,
- oletus tavoitteiden riippumattomuudesta, mikä ei yleensä toteudu,
- oletus lineaarisista preferensseistä
- painoarvon merkitystä erittäin vaikea ymmärtää ja perustuu todella vahvoihin oletuksiin (vrt. nykyiset korvaussuhteet),

Referenssi

Liikenneministeriö 1994: Liikenteen väylähankkeiden vaikutusselvitysten yhdenmukaistaminen.

## KRITEERIEN MALLINTAMINEN

Päätöksentekoa avustavilla menetelmillä vaihtoehtojen paremmuus kriteereittäin liittyy kiinteästi **preferenssi** -käsitteeseen. Preferenssillä tarkoitetaan mieltymystä tietyistä asiasta. Preferenssien mallintaminen on välttämätön osa päätöksentekoa avustavia menetelmiä (Roubens 1982). Valitessaan päätöksentekoa avustavaa menetelmää analyytikon ja/tai mallin käyttäjän tulee päättää, millä kriteerityypillä hän aikoo preferenssien siirtymisen vaihtoehdolta toiselle ratkaista.

PREFERENSSI tarkoittaa mieltymystä vaihtoehdosta ja kriteeristä.

Kun päätöksentekijä vertailee kahta vaihtoehtoa a ja b tietyillä kriteereillä, hän voi käyttäytyä seuraavasti:

- preferoi toista vaihtoehtoa (pitää toista vaihtoehtoa parempana),
- pitää vaihtoehtoja indifferentteinä (yhtä hyvinä) tai
- kieltäytyy vertailemasta vaihtoehtoja.

Toisen vaihtoehdon preferointi ja indifferentin tilanteen mallintaminen voidaan toteuttaa kaikilla menetelmillä. Vaihtoehtojen vertailemattomuutta mallinnetaan ainoastaan eurooppalaisen koulukunnan mukaisissa outranking -menetelmissä.

Perinteinen preferenssien mallintaminen = TRUE -kriteeri

Perinteisen preferenssien mallintamisen mukaan pienikin kriteerikohtainen ero antaa mahdollisuuden preferoida toista vaihtoehtoa. Yhtä hyvät arvot kuvaavat indifferenttiä tilannetta.

Päätöksentekijä preferoi (pitää parempana) vaihtoehtoa a verrattuna vaihtoehtoon b ( $a P b$ ). (Merkintä  $g_j(a)$  tarkoittaa vaihtoehdon a toteutumaa kriteerillä j)

$$a P b \Rightarrow g(a) > g(b)$$

Päätöksentekijä pitää vaihtoehtoja a ja b yhtä hyvinä ( $a I b$ ).

$$a I b \Rightarrow g(a) = g(b)$$

Tällä mallilla saadaan aikaan vaihtoehtojen täydellinen järjestys parhaimmasta huonoimpaan (complete preorder). Kahden vaihtoehdon vertailemattomuus - tilannetta ei tällä kriteerityypillä synny. True -kriteerityypin mukainen mallintaminen on tyypillistä amerikkalaisen koulukunnan mukaisille hyötyteoriaan (MAUT) perustuville menetelmille.

Pienikin kriteerikohtainen ero antaa mahdollisuuden preferoida toista vaihtoehtoa = TRUE -kriteeri

Indifferenssikynnyksen huomioonottaminen = SEMI -kriteeri

Indifferenssikynnyksen lisääminen perinteiseen malliin muodostaa nk. semi - kriteerin. Indifferenssikynnyksellä tarkoitetaan sellaista aluetta, jossa vaihtoehdot voidaan katsoa olevan tietyllä kriteerillä yhtä hyviä (kuva 8).

Indifferenssikynnyksellä tarkoitetaan sellaista aluetta, jossa vaihtoehdot voidaan katsoa olevan tietyllä kriteerillä yhtä hyviä.

Indifferenssikynnystä kuvataan kirjaimella  $q$ . Päätöksentekijä preferoi (pitää parempana) vaihtoehtoa  $a$  verrattuna vaihtoehtoon  $b$  ( $a P b$ ).

$$a P b \Rightarrow g(a) > g(b) + q$$

Päätöksentekijä pitää vaihtoehtoja  $a$  ja  $b$  yhtä hyvinä ( $a I b$ ).

$$a I b \Rightarrow |g(a) - g(b)| \leq q$$

Indifferenssikynnys voi olla vakio tai se voi olla riippuvainen kriteerin toteutumasta. Esimerkiksi päästön määrän arvioinnin vaihteluväli on pienempi tietyllä tieosuudella kuin koko maassa.

Indifferenssi- ja preferenssikynnyksen huomioonottaminen = PSEUDO - kriteeri

Pseudo -kriteeri on yksi tärkeimmistä kriteerien mallintamistavoista. Siinä otetaan huomioon indifferenssikynnyksen lisäksi selvän preferenssin kynnyks (Roy 1989, Roy & Vince 1984). Indifferenssikynnyksellä kuvataan raja-arvot, joiden sisällä vaihtoehdot ovat yhtä hyviä. Selvän preferenssin kynnyksellä tarkoitetaan arvoa, jonka ulkopuolella vaihtoehdot ovat lähes varmasti eri suuret. Ylläolevassa esimerkissä indifferenssiraja voi olla esimerkiksi raja,



jossa yli puolet ihmisistä tunnistaa eron. Selvän preferenssin raja voi olla puolestaan raja, jossa esimerkiksi 80 % tunnistaa eron. Kynnysarvot voivat olla vakioita, ne voivat muuttua kriteeritoteumien muuttuessa tai ne voivat olla näiden yhdistelmä.

$$a P b \quad \Leftrightarrow \quad g(a) > g(b) + p(g(b)),$$

$$a Q b \quad \Leftrightarrow \quad g(b) + p(g(b)) \geq g(a) > g(b) + q(g(b))$$

$$a I b \quad \Leftrightarrow \quad g(b) + q(g(b)) \geq g(a) \quad g(a) + q(g(a)) \geq g(b)$$

Pseudokriteerimalli tuottaa vaihtoehtojen osittaisen järjestyksen (partial preorder). Osittainen järjestys tarkoittaa sitä, että vaihtoehtoja ei aseteta paremmuusjärjestykseen, jos epävarmuudet eivät sitä salli. Tällöin syntyy edellä esitetty vertailemattomuus tilanne. Pseudo -kriteerin mukainen mallintaminen on tyypillistä eurooppalaisen koulukunnan mukaisille outranking -menetelmille. Näistä Promethee -menetelmissä kynnysarvot ovat vakioita, kun taas ELECTRE -menetelmissä kynnysarvot ovat riippuvaisia kriteeritoteutumista.

## PAINOARVOT JA KOMPENSOINTI

Painoarvoilla eli kriteerien suhteellisella merkityksellä on keskeinen rooli päätöksentekoa avustavien menetelmien käytössä. Tiedyt menetelmät eivät käytä painotuksia, kun taas tietyillä menetelmillä kriteerien suhteellinen tärkeys ilmaistaan numeerisessa muodossa (= painoarvo). Painoarvon tulkinta on erilainen eri menetelmissä. Tulosten vertailussa on oltava erityisen tarkka, jos käyttää samoja painotuksia eri menetelmissä. Tällainen vertailu voi johtaa täysin järjettömiin johtopäätöksiin.

**Kriteerien painotusta ei voida määrittää ilman selkeää yhteyttä käytettävään menetelmään ts. määrittämättä tiedon agregointitapaa (yhdistämistapaa). Kriteerien suhteellinen tärkeys ymmärretään eri tavoin eri menetelmissä. Tässä yhteydessä ero kompensoivien ja ei-kompensoivien menetelmien välillä on merkittävä.**

Täysin kompensoivilla hyötyteorian mukaisilla menetelmillä (MAUT = Multiple Attribute Utility Theory), painoarvot ovat kriteeritoteumien välisten erojen korvaussuhteita. Jos kriteeritoteutumia muutetaan, muuttuu myös korvaussuhteet. Painoarvojen suhde kuvaa sitä, millä määrällä jonkin kriteerin etu kompensoi jonkin kriteerin haittaa. Näillä menetelmillä painoarvoilla ei ole absoluuttista merkitystä, eikä niitä voi määrittää ilman todellisia kriteeriarvoja.

*Yksi yleisimmistä virheistä painoarvoja määritettäessä kompensoivilla menetelmillä onkin se, ettei ymmärretä korvaussuhteen merkitystä. Esimerkiksi ilmanpilaantumisongelmassa tarkasteltaessa esimerkiksi ilman epäpuhtauksien pitoisuutta ja kustannuksia päätöksentekijöiltä ja intressitahoilta joudutaan kysymään painotuksia. Kysyttäessä esimerkiksi seuraavalla tavalla: "Tässä ilman laatuun liittyvässä ongelmassa, kumpi on tärkeämpi, kustannukset tai päästöpitoisuudet". Lähes kaikki vastaavat kysymykseen ja kysyttäessä kuinka paljon tärkeämpi he vastaavat jopa siihen. Tyypillinen vastaus voi olla, että pitoisuus on kolme kertaa tärkeämpi kuin kustannukset. Tällä arvolla ei ole kuitenkaan mitään merkitystä ellei sitä yhdistetä vaihtoehtojen kriteeritoteutumiin. Tarkoittaako se esimerkiksi sitä, että päästötason alentaminen miljoonasosaan nykyisestä olisi kahden miljardin markan arvoista. Kysyttäessä näin yleisin vastaus olisi ei tietenkään. Tämä vastaus voisi tulla henkilöltä, joka on juuri aiemmin määritellyt pitoisuuden kolme kertaa tärkeämmäksi kuin kustannukset. Selittäessään käyttäytymistään päätöksentekijä yleensä sanoo ettei tiennyt muutoksen suuruutta.*

Kompensoivissa hyötyteoriaan perustuvissa menetelmissä tulee tietää kuinka suuri muutos vaihtoehtojen kriteeritoteutumien välillä tapahtuu, jotta voidaan loogisesti keskustella ja määrittää eri tekijöiden väliset suhteelliset merkitykset.

Osittain kompensoivissa eurooppalaisen koulukunnan outranking -menetelmissä kriteerien suhteellinen tärkeys saa erilaisen merkityksen. Kriteerien suhteellinen tärkeys on sama kuin tietyn asian puolesta äänestäneiden määrä. Painoarvot kuvaavat kriteerin merkitystä ei vaihtoehtojen kriteeritoteutumien välisen eron merkitystä.

Osittain kompensoivilla eurooppalaisen koulukunnan mukaisilla menetelmillä painoarvot kuvaavat kriteerin merkitystä ei kriteeritoteutumien välisen eron merkitystä.



**PÄÄTÖSTILANTEIDENOMINAISUUKSIENJAMENETELMIEN SOVELTUVUUDEN RISTIINTAULUKOINTI**

Taulukon kolmella ensimmäisellä rivillä on esitetty tyypillisiä päätöstilanteita (talvihoitopolitiikka, hankkeiden priorisointi ja tienpidon painotukset). Tämän jälkeisillä riveillä on esitetty päätöstilanteiden ratkaisemiseen käytettäviä menettelytapoja ja menetelmiä.

Sarakkeissa on esitetty päätöstilanteiden erilaisia ominaisuuksia. Eri merkinöillä on kuvattu miten kyseinen ominaisuus toteutuu päätöstilanteessa ja miten ominaisuus voidaan ottaa huomioon eri menetelmillä. Parhaimmillaan ollaan tilanteessa, kun ominaisuus on päätöstilanteelle tyypillinen ja tietty menetelmä kykenee sen myös hyvin käsittelemään (vastakkain X ja X merkit).

Liite 7 (2s): Päätöstilanteiden ja päätöksentekoa avustavien menettelytapojen ja menetelmien yhteensopivuus (menetelmä soveltuu kuvattuun ominaisuuteen, kuvattu ominaisuus toteutuu päätöstilanteessa)																	
	I Avustamisen tarkoitus					II Päätöstilanteelle tyypillistä							III Menetelmien ominaisuuksia				
	Päätöksenteossa tarvittavan tiedon tuottaminen	Parhaan kompromissin valinta	Soveltuvien vaihtoehtojen valinta	Järjestäminen (erot halutaan)	Järjestäminen (eroilla ei ole merkitystä)	Arvostuksen kuvaus	Päätöksentekijöitä on yksi	Päätöksentekijöitä on useampi	Kriteerejä yleensä lähes 10	Vaihtoehtoja noin 5 tai alle	Vaihtoehtoja paljon	Päätöksenteko jatkuu	Päätöksenteko kertaluonteista	Menetelmän tulee perustua jatkuviin joukkoihin	Menetelmän tulee perustua tunnistettaviin vaihtoehtoihin	Tulee soveltaa kvalitatiiviseen ja kvantitatiiviseen aineistoon	Menetelmä ja ratkaisun käyttäminen edellyttää ATK-sovelluksen käyttöä
X = Tyypillistä päätöstilanteessa / ei rajoita menetelmän käyttöä																	
0 = Toteutuu poikkeuksellisesti päätöstilanteessa / rajoittaa menetelmän käyttöä.																	
-/0 = Toteutuu hyvin harvoin päätöstilanteessa / menetelmän käyttö hyvin vaikeaa																	
tyhjä = ei toteudu päätöstilanteessa / menetelmä ei sovellu																	
Talvihoitopolitiikka	x	x		x	x	x	0	x	x	x		x			x	x	x
Hankkeiden priorisointi	x		x		x	x	0	x	x		x	x			x	x	x
Tienpidon painotukset	x	x			x	x	0	x	x	x			x	0	x	x	x
Tiedon lisäys	x																
Neuvottelut																	
- aivoriihi	x	-/0	-/0				-/0	-/0	-/0	-/0	-/0				x	x	
- nominaaliryhmäteknikka	x	-/0	-/0				-/0	-/0	-/0	-/0	-/0				x	x	0
- delphi	x	-/0	-/0				-/0	-/0	-/0	-/0	-/0				x	x	
- kongressi	x	-/0	-/0				-/0	-/0	-/0	-/0	-/0				x	x	
Äänestysmenettelyt																	
- parhaan valinta		-/0	-/0		-/0			0	-/0	0	-/0				x	x	
- vaihtoehdot järjestykseen		-/0	-/0		-/0			0	-/0	0	-/0				x	x	
Kriteerien määrää rajaavat menettelyt																	
- standarditasot	-/0	0	0				0	-/0		-/0		0	0		x	x	
- leksikografinen menettelytapa	-/0	0	0				0	-/0		-/0		0	0		x	x	
Monikriteerimenetelmät																	
a) Täysin aggregoivat																	
- SMART		x	x	x			x	0	0	x	0	x	x		x	0	x
- AHP/HIPPRE		x	x	x			x	0	0	x	0	x	x		x	x	x
- SMAA						x	x	0	x	x	0	x	x		x	0	x
- Kustannus/hyöty -analyysi		0	0	x			x	0	x	x	x	x	x		x	0	x
b) Osittain aggregoivat																	
- Outranking -menetelmät		x	x		x		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
c) Optimointimenetelmät	x													x		0	x

[illegible]



## TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 37/1996 Koerakennekohteiden materiaalien routakestävyys; Pohjoiset kohteet  
TIEL 3200405
- 38/1996 Rakennerratkaisujen alustava suunnittelu ja kehittäminen. TIEL 3200406
- 39/1996 Pilari- ja massastabiloinnin tuotantotekniikka. TIEL 3200407
- 40/1996 Suurten liikennehankkeiden vaikutus kaupunkien kehitykseen. TIEL 3200408
- 41/1996 Yleisten teiden ympäristön tila - maisema. TIEL 3200409
- 42/1996 Yleisten teiden ympäristön tila; Tiepiirien tilaselvitysten yhteenveto.  
TIEL 3200410
- 43/1996 Tielaitoksen ympäristöraportti 1995; Vuosiraportti Tielaitoksen toiminnan  
ympäristönäkökohdista. TIEL 3200411
- 44/1996 Sitomattomien materiaalien moduulit; Muutosmoduulin arviointi karkea-  
rakeisilla kiviaineksilla, Osa 2. TIEL 3200412
- 45/1996 Eurooppatie E18-hankkeen ympäristöpoliittinen analyysi. TIEL 3200413
- 46/1996 LD-teräskuona tienrakennusmateriaalina. TIEL 3200414
- 47/1996 Kaksikaistaiset kiertoliittymät. TIEL 3200415
- 48/1996 Tien rakenteellisten hidastimien vaikutus ajokäyttäytymiseen. TIEL 3200416
- 49/1996 Tienpidon ympäristöhaasteet ja Tielaitoksen toimintalinjat; Tielaitoksen  
ympäristövuoden juhlaseminaari. TIEL 3200417
- 50/1996 Suomen, Ruotsin ja Norjan liikenneturvallisuuden vertailu. TIEL 3200418
- 51/1996 Autoton kaupunki? Maankäytön ja liikenteen selvityksiä. TIEL 3200419
- 52/1996 Elinkeinoelämän tiekuljetukset Suomessa. TIEL 3200420
- 53/1996 Erikoiskovabitumistabilointikokeilut. TIEL 3200421
- 54/1996 E18 suunnitteluperiaatteiden kehittäminen; Tiemiljö. TIEL 3200422
- 55/1996 E18 suunnitteluperiaatteiden kehittäminen; Liikenteenohjaus. TIEL 3200423
- 56/1996 E18 suunnitteluperiaatteiden kehittäminen; Tienvarsipalvelut. TIEL 3200424
- 57/1996 Kiviaineksen raemuodon vaikutus päällystekiviaineksen kulutuskestävyyteen.  
TIEL 3200425
- 58/1996 En jämförelse av trafiksäkerheten i Finland, Sverige och Norge. TIEL 3200418R
- 59/1996 Kestävä kehitys alueellisessa kehittämistyössä. TIEL 3200426
- 60/1996 Kevyen liikenteen väylien kuntoluokitusjärjestelmä. TIEL 3200427
- 61/1996 Kokemuksia liikennesektorin eurooppalaisista strategioista. TIEL 3200428
- 62/1996 Kuhmon taajamatien parantaminen; Yhteenveto seurannasta. TIEL 3200429
- 63/1996 Tyhjätilan vaikutus asfalttipäällysteen ominaisuuksiin. TIEL 3200430